Astr. un. 128 = …mberger, J.C.,

Populäres astronomisches

Hand-Wörterbuch,

oder

Versuch

einer alphabetisch geordneten Erklärung der [illegible]
Begriffe und Kunstwörter der Astronomie,

sammt

[illegible]

[illegible]

Dr. Joseph Emil Nürnberger,

[illegible]

[illegible]

Zweiter Band. L – Z.

[illegible]

Kempten,
[illegible]
18[illegible]

Populäres aſtronomiſches

Hand-Wörterbuch,

oder

Verſuch

einer alphabetiſch geordneten Erklärung der vornehmſten Begriffe und Kunſtwörter der Aſtronomie,

ſammt

Nachrichten von der Geſchichte der aſtronomiſchen Entdeckungen und Erfindungen, biographiſchen und literariſchen Notizen und einer kurzen Andeutung der Methoden und Werkzeuge.

Mit Ausſchluß aller irgend entbehrlichen analytiſchen Formelſprache.

Von

Dr. Joſeph Emil Nürnberger,

Königl. Preuß. Geheimen Hofrathe, Ritter des rothen Adler-Ordens, Inhaber der Kaiſerl. Ruſſiſchen, Königl., Kronprinzl. und Prinzl. Preußiſchen, Königl. Franzöſiſchen und Schwediſchen, und Großherzogl. Weimarſchen großen goldenen Ehren-Medaillen für wiſſenſchaftliche Auszeichnung, Ehrenmitglied der aſtronomiſchen Geſellſchaft zu Leipzig, Mitgliede der Kurländiſchen und Oberlauſitziſchen Geſellſchaften der Wiſſenſchaften, der Hamburger mathematiſchen Geſellſchaft, der Geſellſchaft Deutſcher Naturforſcher und Aerzte, der naturforſchenden Geſellſchaften zu Dresden, Görlitz, Halle, Hamburg und des Oſterlandes, der Gewerbs-Vereine zu Bielefeld, Leipzig, gleichwie Schleſiens u. ſ. w.

Von ihm bis zu ſeinem am 6. Februar 1848 erfolgten Tode bis zum Artikel Wurf fortgeführt; hiernächſt aber vom **Dr. Woldemar Nürnberger** (M. Solitaire), und von des Verblichenen vieljährigem aſtronomiſchen Freunde **Siegfried Nathan** vollends ausgearbeitet.

Zweiter Band: L — Z.

Mit Figuren-Tafeln.

Kempten:

Verlag von Tobias Dannheimer.

1848.

68 D

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Mit dem Gefühl der innigſten Wehmuth entſchließe ich mich endlich, eine Pflicht zu erfüllen, die, wenn ſie eine hohe, eine heilige, zugleich eine namenlos herbe und ernſte genannt werden muß: die Pflicht, dem liebſten Werke meines verklärten Vaters ein Wort über ſein Leben und Weben, und über ſein ſo ſchrecklich raſch erfolgtes Ende anzuhängen.

Er hat ſie nicht erlebt die Erfüllung ſeines Lieblingswunſches: acht Jahre arbeitete er mit dem treueſten, mit dem gewiſſenhafteſten Eifer an dem Werke, zu deſſen zweitem Bande dieſe Worte die Vorrede bilden: ſchon ließ ſich das Ende der rieſigen Arbeit, an der er Zug für Zug faſt ganz allein gewirkt, abſehen, da fiel der Vorhang ſeines Lebens, eines Lebens, wie in ſolch einer kriſtallnen Klarheit es nur Wenigen der Sterblichen beſchieden, da fiel der Vorhang ſeines Lebens, wenige Tage vorher, ehe der Vorhang in Paris aufging zu dem großen Schauſpiele, das die neue Zeit bedeutet.

Die Götter müſſen ihn ſehr geliebt haben, ihn den Sternenſohn, ihn den Himmelsträumer, daß ſie gerade jetzt ihn der Erde entrückten, und ihm den Anblick ſo vieles des Schmerzlichen, des Unerhörten und des Entſetzlichen, was ſeitdem ſich ereignete, erſparten. Er war zu ſehr das Kind der Zeit, mit der er gelebt und gelitten, als daß er ſich jetzt bei einem ſo phantaſtiſch geſchwinden Umſchwung der Dinge nicht ſehr unglücklich und vereinſamt hätte fühlen ſollen: um ſo mehr, als er viel zu hoch von der Würde der Völker, von dem Genius der Hiſtorie, von der Vorſehung der Menſchenſchickſale dachte, um je ein Parteigänger der Reaktion, dieſer verrätheriſchen Klique, werden zu können: und nur

von dieſem Geſichtspunkt aus kann die Klage um den unerſetzlichen Verluſt milder tönen, die Thräne ſparſamer fließen.

Joſeph Emil Nürnberger wurde am 25. Oktober des Jahres 1779 zu Magdeburg geboren. Sein Vater war Kriegs- und Domainenrath daſelbſt, und ſeine Mutter war die Tochter des berühmten Profeſſors Ritter an der Uhiverſität Wittenberg, der die Geſchichte der byzantiniſchen Kaiſer nach Guthrie und Gray ſchrieb. Die als Schriftſtellerin im leichteren belletriſtiſchen Fache ihrer Zeit wohl bekannte Emilie Friederike Sophie Lehman, die vertraute und geliebte Freundin ſeiner Jugend, dieſelbe, an welche die Epiſteln ſeines ſo berühmt gewordenen „Stillebens" gerichtet ſind, war ebenfalls eine Enkelin dieſes Profeſſors Ritter.

Daß die Familie von väterlicher Seite aus Frankreich und zwar aus der Provence ſtamme, daß ſie, in Folge der Aufhebung des Edikts von Nantes landesflüchtig, in dem gaſtlichen Nürnberg den franzöſiſchen Familiennamen mit dem der deutſchen Stadt vertauſcht, iſt eine Thatſache: und mag dieſe Abſtammung, die der Verewigte ſelbſt in ſeiner Novelle „das Bild des Mönches" weitläufiger behandelt, mit ſeiner großen Vorliebe für franzöſiſche Sprache, in der er es zu einer, für Deutſche ganz ungewöhnlichen Fertigkeit gebracht, und franzöſiſchen Literatur im Zuſammenhange ſtehen.

Die Erziehung, deren er im väterlichen Hauſe theilhaftig wurde, war eine ausgezeichnete: unter Leitung des Rektors Funk, damaligen Vorſtehers der Magdeburger Domſchule, erwarb er ſich tiefe und gelehrte Kenntniſſe in den mathematiſchen Wiſſenſchaften, und trank ſo tief aus dem Brunnen des klaſſiſchen Alterthums, daß der Trank ein zaubermächtiger wurde, und ihn ſein ganzes Leben hindurch in enger Berührung mit den unſterblichen Alten hielt.

Leider kam ein gottvergeßner Schurke in das elterliche Haus: und wie dieſer durch allerlei Schlangenkünſte ſich dergeſtalt in das Vertrauen und die Gunſt der Stiefmutter des jungen N. zu ſetzen wußte, daß er ihr ſpäter das der Familie gehörige Erbgut abſchlich: ſo übte dieſer Elende * auch

* Dieſer Bube, deſſen Nachkommen noch heute in Berlin leben, war der K. Preußiſche Geheime Oberfinanzrath M . . . . . . Wer über ihn und über das von ihm an unſerer Familie verübte Schandſtück nähere Auskunft wünſcht, der leſe die Novelle des Verſtorbenen „der Erbſchleicher" in: Ernſte Novellen und Skizzen: Sehnſuchtsklänge u. ſ. w. Kempten bei Dannheimer. M. S.

auf den Vater einen ſo verderblichen Einfluß, daß der für die Wiſſenſchaft glühende Jüngling in die damals allerdings troſtloſe Karrière eines preußiſchen Poſtbeamten hinabgeſtoßen wurde.

Nachdem er zuerſt in den Bureaus von Magdeburg, Zerbſt und Bernburg gearbeitet, kam er während des Krieges mit Frankreich nach Landsberg an der Warthe, einer Stadt in der Neumark, auf der großen Straße von Paris nach Petersburg. Hier lernte er alle Perſonen, die damals eine Rolle im Weltendrama ſpielten, von Alexander und Napoleon bis hinab zu Davouſt und Ney kennen: wobei ihm ſeine Kenntniß der franzöſiſchen Sprache, einer damals für einen Deutſchen ſeltenen Fertigkeit, ſo wohl zu Statten kam, daß ihm manche intereſſante Berührung mit den Koryphéen jener Gigantenzeit zu Theil wurde.

Hier in Mitten der kriegeriſchen Drangſale ſelbſt vielfältig in Anſpruch genommen, und von den übermüthigen Eroberern mehr als ein Mal mit der Füſillade bedroht, verfaßte er ſeine tiefſinnige „Theorie des Infiniteſimal-Kalküls" (Berlin 1812 bei Maurer 4.), in welche er auf die überraſchendſte Weiſe, auf entgegengeſetztem, ganz ſelbſtſtändigem Wege, zu den Reſultaten der „Theorie der Funktionen von Lagrange" gelangte.

Im November 1813, nachdem er ſchon einige Jahre früher ebenfalls in Landsberg eine Ehe geſchloſſen, wurde er als Kommiſſarius der Poſten im Königreich Sachſen nach Leipzig und Halle verſetzt. In dieſer letzteren Stadt gewann er wieder Muße genug, um ſeine geliebten Studien fortzuſetzen: er bewarb ſich um die Würde eines Doktors in der philoſophiſchen Fakultät, welche ihm denn auch für ſeine ausgezeichnete Inaugural-Diſſertation: „Unterſuchungen und Entdeckungen in der höheren Analyſis" (Halle 1816) auf die ehrenvollſte Weiſe zu Theil wurde. — Außer dieſen angeführten rein mathematiſchen Abhandlungen beſitzen wir noch mehre: aber es gehören tiefe Kenntniſſe dazu, um ſie zu verſtehen: und vielleicht trifft dieſer Umſtand die Schuld, daß ſie nicht allgemein gewürdigt, wie ſie es verdienten.

Nach vollendetem Kommiſſariatsgeſchäft wurde er als Poſtmeiſter nach Sorau, einem kleinen gemüthlichen und traulichen Orte in der Niederlauſitz, verſetzt: und hier war es, wo ſeine Liebe zur klaſſiſchen Literatur die dem deutſchen Schriftthum

ſo herrliche, leider! auch nicht ihrem Werthe nach vollſtändig anerkannte Früchte getragen hat, zu glühendem Leben erwachte. Zunächſt beſchäftigte ihn eine Ueberſetzung der Aeneide Virgils, in welcher das zweite und vierte von Schiller überſetzte Buch aufgenommen wurde. Dann folgten die Georgika, die Eklogen deſſelben Römers, der vollſtändige Horaz, Ovids Metamorphoſen und Tibulls Elegieen.

Die Anerkennung, die ihm für dieſe Beſtrebungen wurde, ſo unvollſtändig und ſtückweiſe ſie auch war, zog ihm den Haß der gemeinen literariſchen Klique zu, die zu jener Zeit unter dem Präſidium des unwürdigen Müllners in Deutſchland ihre niedrige Rolle ſpielte. Die rohſten Anfeindungen, die bübiſchen Niederträchtigkeiten wurden nicht geſpart, um dem edeln, von der reinſten Flamme für das Gute und Hohe, von der Liebe zum Schweren entzündeten Manne wehe zu thun: ſo wehe, daß ſchon längſt eine deutſche Literärgeſchichte ſich es hätte angelegen ſeyn laſſen ſollen, Bubenſtücke und literariſche Schandthaten der Art zu enthüllen, und das Angedenken jener Erbärmlichen der allgemeinen Verachtung preiszugeben.

Aber was kümmert ſich die Gegenwart um die Feder, ſeitdem ſie mit Sceptern ſpielt?

Der Verſtorbene beſaß in der Nähe von Landsberg an der Warthe in lachender, lieblicher Gegend ein reizendes Beſitzthum, dem er ſpäter gern den Namen „Stillleben" gab.

Im Jahre **1829** zog er ſich in dieſen friedlichen Aufenthalt zurück, und lebte hier, befreit von Amtsſorgen, hiezu befugt durch die beſondere Gunſt des Generalpoſtmeiſters Herrn von Nagler, ein Leben, das fortwährend der Wiſſenſchaft und außer ihr der ſtillen Wohlthat, dem Trocknen der Thränen Elender und Nothleidender gewidmet war.

Hier ſchuf er denn jene Reihe aſtronomiſcher und phyſikaliſcher Werke, die alle jenen Geiſt ernſter Philoſophie und geiſtvollen Betrachtung tragen, die ihnen den Stempel der Unſterblichkeit aufdrücken, wie denn die Unſterblichkeit ſelbſt ihr Alpha und ihr Omega iſt. Den Höhenpunkt und die Vollendung erreicht namentlich der philoſophiſche Roman „Stillleben": Briefe an eine Freundin über die Unſterblichkeit der Seele.* In dieſem herrlichen Buche bringt er von einem Gange durch die

* Kempten bei Dannheimer 1839, und zweite Auflage ebendaſelbſt 1842.

Weltenordnungen über uns die triumphirende Ueberzeugung von der Fortdauer der menſchlichen Seele nach dem körperlichen Tode als leuchtende Sternenfrucht mit hinab. Aber ſein Streben kannte keine Raſt.

Im Jahre 1841, ſchon ſich neigend zum Greiſenthum, begann er mit friſchem Jünglingseifer jenes großartige Werk, das beſtimmt war, eine längſt gefühlte Lücke in der Literatur aller Nationen auszufüllen. Er war unermüdlich, um ſein Ziel zu erreichen, denn eine ahnungsvolle Stimme rief ihm wohl zu, daß er ſich eilen müſſe, um dies Ziel zu erreichen.

Nach einer fortdauernden Arbeit von ſieben Jahren war er dann auch bis an den Buchſtaben W gelangt: einſtimmiger Beifall aller Fachverſtändigen wünſchten Deutſchland Glück zu der Vollendung eines ſo großartigen und ſo gediegenen Werkes.

Der 12. Dezember 1847 war der Tag, an dem der Verſtorbene ſein fünfzigjähriges Amtsjubiläum feierte.

Schon früher zum Poſtdirektor und Geheimen Hofrath ernannt, mit der Führung des Poſtamts zu Landsberg an der Warthe betraut und mit dem rothen Adlerorden dritter Klaſſe mit der Schleife geehrt, wurde er an dieſem Tage zum Oberpoſtdirektor creirt, und empfing von allen Seiten überwältigende zahlreiche Beweiſe der Liebe, der Hochachtung und der Verehrung. Es war ein glücklicher Tag, und der heitere Greis ahnte nicht, er, dem die Stimme der Ahnung ſelten ſchwieg, daß der Todesengel ſo bald ſeine gedankenvolle Stirne küſſen ſollte.

Er ahnte es nicht: noch wenige Tropfen floßen ihm hin im Strome der Zeit. Da kam der 2. Februar 1848; er erkrankte: und ſchon am 6. Tage deſſelben Monats war er eine Leiche.

Er war eine Leiche, und die Thränen der Armuth floßen für ihn, und die Thränen ſeiner zahlreichen Freunde und Verehrer. Die Stimme des Neides und der Mißgunſt ſchwieg beſchämt vor dem Anblick des Todes. Deutſchland wie ganz Europa haben ſeine Verdienſte um die Wiſſenſchaft anerkannt, als ſie ſich nicht mehr wegläugnen ließen: und nur die gewaltigen Ereigniſſe, die ſeitdem Throne umſtürzend und Völker wahnſinnig machend, die Welt durchſchütterten, konnten die Stimme des Nachhalls der Klage um den raſchen und entſetzlichen Verluſt dämpfen und ſchwächen. Aber die Stimme klingt fort in dem Buſen derer, die ihm nahe geſtanden: und die Thräne wird

ihm fließen, aus ihren Augen, ihm den ſeltenen, dem unvergeßlichen Mann.

Es iſt hier nicht der Ort, ein vollſtändiges Verzeichniß ſeiner Schriften niederzulegen. Wir haben uns zu dieſem Behufe einen andern Ort erkoren, und erwähnen hier nur noch, daß Herr Siegfried Nathan zu Landsberg an der Warthe, wie er denn überhaupt dem Verſtorbenen bei dem oft ſo ſchwierigen Kalkül zur Seite geſtanden, in gleichem Sinne bei Vollendung des Buches thätig geweſen, und ſich hierdurch ein Verdienſt um die Wiſſenſchaft erworben hat, welches anerkannt zu werden verdient.

Eben ſo verdienen Herr von Boguslawsky, der berühmte Breslauer Aſtronom, und unter andern namentlich Herr Dr. Wilhelm Heinrich Lehmann, von dem der Artikel Stabilitäts-Problem herrührt, für ihre Bemühungen um das Werk den Dank aller Derer, die ſich dafür, und für die erhabenſte der Wiſſenſchaften, intereſſiren! —

Möchte nun auch die deutſche Nation, wenn je ihr jetzt der Wiſſenſchaft abhold gewordener Sinn, derſelben ſich wieder zuneigen möchte, durch zahlreiche Betheiligung dem Herrn Verleger lohnen, der in der That keine Anſtrengung geſcheut, um dem würdigen Werke auch äußerlich die vollendeteſte Form zu geben.

Woldemar Nürnberger

(M. Solitaire.)

L.

Länge der Geſtirne („aſtronomiſche“ Länge, im Gegenſatze der „geographiſchen“, ſ. d. folgenden A.); **Longitudo astrorum**; *Longitude des astres*. Der Bogen der Ekliptik, welcher zwiſchen ihrem Anfangspuncte (Frühlingspuncte [vergl. d. Artikel], dieſem Durchſchnittspuncte mit dem Aequator) und dem Breitenkreiſe eines Geſtirnes (oder, wenn daſſelbe in der Ekliptik liegt, gar keine Breite hat, wie, ſ. hinten, z. B. die Sonne [Erde], zwiſchen jenem Puncte und dem Geſtirne ſelbſt) enthalten iſt. Die (aſtronomiſchen) „Längen“ werden in der Ekliptik vom „Frühlingspuncte“ (♈) aus, von Abend gegen Morgen *, nach der Folge der Zeichen (vergl. d. A.), von der Rechten zur Linken (weßhalb die Leſer jenen Punct in den Figuren unſeres Werkes auch immer rechts finden), in einem fort bis zu 360° gezählt, man rechnet aber dabei gewöhnlich nach Zeichen (vergl. auch dieſen A.) von 30°, ſo daß z. B. eine Länge von 31° ſchon durch 1z 1° u. ſ. w., eine Länge von 250° durch 8z 10° oder da am Ende des 8ten Zeichens der Schütz ♐ anfängt, durch 10° ♐ ausgedrückt wird.

Wenn dem Beobachter die „Länge“ ** eines Geſtirns, ſammt ſeiner Breite (ſ. Breite), bekannt ſind, ſo iſt dadurch für ihn die Lage dieſes Geſtirns an der Himmels-Hohlkugel, und in Bezug auf die Ekliptik, in derſelben Art und eben ſo vollſtändig, als die Lage eines Ortes auf der Erdkugel durch ſeine („geographiſche“) Länge und Breite gegen den Aequator beſtimmt; — eine ſolche jederzeitige Ortsbeſtimmung der Geſtirne iſt aber eben die Hauptaufgabe der Aſtronomie.

Dieſe „Länge“ (und Breite) eines Geſtirns wird aus ſeiner (durch unmittelbare Beobachtung ſtets leicht zu ermittelnden) geraden Aufſteigung und Abweichung, mit Zuhilfenahme des bekannten Winkels der Schiefe der Ekliptik (vergl. dieſe drei A. A.), abgeleitet *, wozu ich auch im eben citirten

* Sagen wir, nach dieſer Erklärung, ganz kurz: Die Länge eines Geſtirn's iſt deſſen öſtlicher Abſtand vom Frühlingspuncte, auf der Ekliptik gezählt.

** Ich ſpreche hier nämlich noch bloß von der „Länge“ (geocentriſchen), wie ſie dem Beobachter auf der Erde erſcheint; von der heliocentriſchen „Länge“ (und „Breite“) der Planeten, deren ich zwar auch ſchon in der folgenden Anmerk. aber nur vorläufig und in einer andern Rückſicht Erwähnung thue (gleichwie von der Länge in der Bahn), kann beſtimmter, und mit Bezug auf die dießfallſige Hierherverweiſung aus jenem Art. Breite, S. 133, Sp. 2., erſt hinten die Rede ſeyn.

* Die neuere Aſtronomie wendet, wie ich in unſerm Werke ſchon vielfach (namentlich im A. Fixſtern-Verzeichniſſe, S. 574.) hervorgehoben habe, bei ihren unmittelbaren Beobachtungen der Orte der Geſtirne ſtets die geraden Aufſteigungen und Abweichungen an (legt dabei den Aequator zu Grunde), begnügt ſich auch, vergl. hinten, für die Fixſterne meiſtens mit dieſer Ortsbeſtimmung; und meine Leſer könnten daher gleich nach den Gründen fragen, welche man hat, ſich Behufs der nachherigen Angaben,

Art. Breite, S. 132. allgemeine Anleitung gegeben habe.

Die „Länge" der Sonne („Breite" hat dieſes Geſtirn, auf welches ich die Bewegung der Erde übertrage, wie ſchon bemerkt iſt, nicht, daher von den eben geforderten drei Daten, für daſſelbe auch nur zwei — ſ. unten — nothwendig ſind), d. h. alſo, der Ort der Sonne in der Ekliptik, wird, um von der gegebenen Vorſchrift gleich die einfachſte Anwendung zu machen, wenn man nur die Abweichung (oder gerade Aufſteigung) durch Beobachtung kennt, leicht berechnet. Verſinnlichen wir uns nämlich die mit dem Aequator den Winkel der Schiefe machende Ekliptik, und laſſen wir vom Orte der Sonne in ihr den Abweichungskreis, als Perpendikel, auf jenen erſteren hinab, ſo entſteht unter unſern Augen ein rechtwinkliges ſphäriſches Dreieck, in welchem ſich auf den erſten Blick sin der Schiefe : sin d. Abweichung = 1 : sin d. Länge, alſo

$$\text{sin Länge} = \frac{\text{sin Abweichung}}{\text{sin Schiefe}}$$

ergibt, eine Formel, die jedoch, da der nämliche Sinus zu zwei verſchiedenen (ſich einander zu 180° ergänzenden) Bögen gehört, zweifelhaft läßt, der wievielſte Quadrant der Sonnenbahn eben gemeint ſei *. Bezieht man ſich daher, ſtatt auf die Abweichung, lieber auf die gerade Aufſteigung, ſo erhält man die, ſchon in dieſem letzteren Art. (Aufſteigung, gerade, S. 83.) benützte Gleichung

$$\text{tang Länge} = \frac{\text{tang . Rectaſcenſ.}}{\text{cos . Schiefe}},$$

wo die Länge ſtets in einerlei Quadranten mit der Rectaſcenſion iſt (wo ſich die Länge, wenn die Rectaſcenſion z. B.

beſonders hinſichtlich der Planeten, dennoch auf die daraus erſt abzuleitenden „Längen" und „Breiten", alſo auf die Ekliptik, zu beziehen. Allein wenn jene beiden Data bei der Beobachtung allerdings mehr Bequemlichkeit gewähren, ſo ſchicken ſich die letzteren dagegen beſſer für die Rechnung (für die Tafel-Angabe). Es iſt nämlich nicht der Aequator, ſondern die Ekliptik, in welcher ſich die Sonne (die „Erde") bewegt, und von welcher auch die Bahnen der Planeten nur wenig abweichen, daher die Ungleichheiten der planetariſchen Bewegungen, bei jenem Bezuge auf dieſelbe, geringer erſcheinen, ſo daß die Rechnungen (Tafel-Angaben), an Einförmigkeit, Leichtigkeit und Kürze gewinnen. — Um ſich ganz davon zu überzeugen, dürfen die Leſer, denen dieſe Andeutung, auf welche ich mich hier beſchränken muß, nicht genügt, nur die A. A. Geocentriſch und Heliocentriſch vergleichen, wo ſich die rechnenden Vortheile dieſer Beziehung der Geſtirnbewegung auf die Ekliptik (alſo auf „Länge" und „Breite") ſehr augenſcheinlich darſtellen. Auch komme ich, bevorwortetermaßen, hinten unter noch einem andern Geſichtspunkte darauf zurück.

* Man erhält nämlich, der Formation unſeres rechtwinkligen ſphäriſchen Dreiecks zu Folge, aus der obigen Formel, immer nur den Abſtand vom nächſten Aequinoctium, welcher offenbar bloß im erſten „Quadranten" unmittelbar der Sonnen-Länge gleich iſt. Indem alſo, der Lage der Ekliptik gegen den Aequator gemäß, die Abweichung von der nämlichen Größe z. B. im 2ten Quadranten wiederkehrt, ſo findet ſich durch dieſe Formel — nicht ſowohl die Länge der Sonne ſelbſt, als nur deren Supplement — zu 180°, und man muß demnach, weil der Sinus eines Bogens dem Sinus des Supplements gleich iſt, erſt durch andere Mitbedingungen über die daher entſtehende Zweideutigkeit aufgeklärt ſeyn. Oder, da eine gründliche Auseinanderſetzung über dieſen Zweifel zugleich das Eigentlichſte der Sache für weniger geübte Leſer erſt recht klar machen hilft, mit noch andern Worten: man muß bei Anwendung unſerer Formel aus andern Umſtänden wiſſen, in welchem Quadranten ihrer Bahn die Sonne ſich eben befindet, indem ſonſt ungewiß bleibt, ob ſich das Formel-Ergebniß im erſten und zweiten Quadranten, bei nördlicher Abweichung, auf eine Länge von unter und bis oder über 90 und bis 180°, im dritten und vierten Quadranten, bei ſüdlicher (negativer) Abweichung aber, auf 180 bis 270 oder über 270° beziehe.

über 90, und nicht mehr als 180° beträgt und alſo in den zweiten Quadranten fällt, auch in demſelben zweiten Quadranten findet).

Dieſe beiden Formeln reichen demnach für die Sonne (als ein, bemerktermaßen, keine Breite habendes Geſtirn) hin; will man dagegen die „Länge" (es iſt immer nur noch von der „geocentriſchen" die Rede) eines außerhalb der Ekliptik ſtehenden Geſtirns (und zugleich ſeine „Breite") aus der beobachteten geraden Aufſteigung und Abweichung dieſes Geſtirns herleiten: ſo werden dazu vier Analogien erfordert, deren ſpecielle Beibringung ich zwar in jenem Art. Breite S. 132., Sp. 2. noch abgelehnt habe, welche aber von manchen Leſern bei der nunmehrigen gleichzeitigen Beziehung auf „Länge", hier in einer recht deutlichen und überſichtlichen Zuſammenſtellung, doch wohl gerne vorgefunden werden dürften.

Sey alſo (Fig. 1. der Tafel I. dieſes zweiten Bandes *) ED der Aequator, EA die gerade Aufſteigung des Geſtirns, oder vielmehr deſſen, aus den voranſtehenden Gründen (auf dem Aequator gerechneter) Abſtand vom nächſten Aequinoctium, SA die Abweichung des nämlichen Geſtirns (ſein Abſtand vom Aequator), EC die Ekliptik (SB, ſenkrecht auf EC, die zugleich geſuchte „Breite"), und EB alſo die (hier eigentlich) betrachtete „Länge", oder allgemeiner vielmehr wieder der jedoch jetzt auf der Ekliptik gerechnete Abſtand vom nächſten Aequinoctium; ſo poſtulirt man von E nach S den Bogen ES eines größten Kreiſes (als Hilfs-Bogen) und erhält auf dieſe Weiſe, erſtens aus der gegebenen geraden Aufſteigung und Abweichung, und zweitens zu der geſuchten Länge und Breite, die beiden ſphäriſchen Triangel EAS und EBS, von denen jener bei A, und dieſer bei B rechtwinklig iſt. Man ermittelt zunächſt in jenem erſteren Triangel EAS, aus den beiden bekannten Seiten EA, SA, und dem rechten Winkel, den (Hilfs-) Winkel SEA und die Hypotenuſe (den obigen Bogen) ES, welche letztere, in Verbindung mit dem (zweiten Hilfs-) Winkel SEB (Differenz — oder, vergl. unten, Summe — von SEA und von BEA, nämlich der Schiefe der Ekliptik), ſodann im zweiten rechtwinkligen Triangel EBS die verlangte „Länge" EB und zugleich die „Breite" SB kennen lehrt. Und hierbei dienen eben die in Rede ſtehenden, nunmehr folgenden vier Analogien:

1) $r : \sin EA$ (ger. Aufſt.) $= \cot SA$ (Abweich.) $: \cot SEA$, alſo $\cot$ des Hilfswinkels $SEA = \cot$ Abweichung $. \sin$ ger. Aufſt.

Rückſichtlich dieſer Gleichung iſt aber angedeutetermaßen, zu bemerken, daß der aus dem alſo gefundenen Winkel SEA, in der ebenfalls ſchon angedeuteten Art, nachher abzuleitende zweite (Hilfs-) Winkel SEB = der Differenz oder der Summe von dieſem Winkel SEA und (der Schiefe) BEA iſt, nachdem ſich die Punkte S (das Geſtirn), und B (die dem Geſtirn entſprechende, durch den Breitenkreis bezeichnete [„Längen-"] Stelle in der Ekliptik) beide zugleich auf derſelben Seite, oder aber, wie in Figur 2, deren Anblick die Sache am klarſten macht, auf entgegengeſetzten Seiten des Aequators (der eine nördlich, der andere ſüdlich deſſelben) befinden *.

* In dieſer Fig. repräſentirt alſo das, bevorwortetermaßen, deßhalb rechts gelegte E, ſo lange vom erſten Quadranten die Rede iſt, den Frühlingspunct (V), überhaupt aber das nächſte Aequinoctium.

* Mit andern Worten: Der Winkel SEB iſt die Summe von SEA und der Schiefe, wenn ſich das Geſtirn in den ſechs erſten (den nördlichen) Zeichen mit einer ſüdlichen Abweichung, oder aber in den ſechs letzten (den ſüdlichen) Zeichen mit einer nördlichen Abweichung befindet; dagegen wird dieſer Winkel der Unterſchied zwiſchen SEA und der Schiefe, wenn das Geſtirn in den nördlichen Zeichen mit einer nördlichen, oder in den ſüdlichen Zeichen mit einer ſüdlichen Abweichung ſteht. In letzterm Falle zieht man den kleinern Winkel von dem größern ab, muß aber ſorgfältig darauf merken, ob man hierbei zugleich den Winkel SEA von der Schiefe, oder die letztere von dem erſtern abgezogen

2) r : cos E A (gerad. Aufſt.) = cos S A (Abw.) : cos E S, alſo cos d. Hypotenuſe E S = cos Abweichung . cos . gerad. Aufſt.

3) r : cos S E B = tang E S : tang d. „Länge“ E B, oder tang E B (Länge) = tang E S . cos S E B.

Unmittelbar gibt jedoch dieſer Bogen EB bevorwortetermaßen, die „Länge“ nur im erſten Quadranten; im zweiten wird dieſelbe durch das Supplement des Bogens (als des nunmehrigen bloßen Abſtandes vom Herbſtpuncte) ausgedrückt; im dritten hat man ihn zu 180° zu addiren; und im vierten endlich von 360° zu ſubtrahiren, — wie dieß mit einigem Nachdenken über das Verhältniß von ſelbſt erhellt. Dabei iſt aber zugleich noch vorausgeſetzt, daß der Winkel S E B < 90°; ergibt ſich dieſer (Hilfs-) Winkel dagegen > 90° (was jedoch nur dann vorkommen kann, wenn [vergl. d. vorherg. Anmerk.] dieſer Winkel die Summe von S E A und der Schiefe iſt), ſo fällt der ſenkrechte Bogen S B auf die andere Seite des Punktes E (des nächſten Aequinoctiums); und man muß in dieſem Falle, um die „Länge“ zu erhalten, das gefundene E B im erſten Quadranten der (bekannten) geraden Aufſteigung, von 360° ſubtrahiren, im zweiten zu 180° addiren, und im dritten davon (von 180°) wieder ſubtrahiren, wonächſt im vierten Quadranten der geraden Aufſteigung, die gefundene Größe E B die geſuchte „Länge“ ſelbſt wird.

4) r : sin d. Hypoten. S E = sin S E B : sin d. „Breite“ S B; sin Breite = sin S E B . sin S E, welche „Breite“ nördlich oder ſüdlich wie die Abweichung iſt, außer in dem Falle, da S E A von der Schiefe abgezogen werden muß, um S E B zu geben, wonächſt der Gegenſatz eintritt.

Dieſe 4 Gleichungen gewähren ſolchergeſtalt das bezeichnete Mittel zur Herleitung der („geocentriſchen“) „Länge“ und „Breite“ aus der unmittelbar bekannten geraden Aufſteigung und Abweichung, und ſind, wie man ſieht, allen Geſtirnen, den Fixſternen ſowohl als den Planeten (und Kometen) gemein. Für dieſe Weltkörper (mit natürlicher Ausnahme des Planeten Erde *, von welchem aber auch ſchon oben gehandelt iſt) tritt indeſſen noch ein beſonderer Umſtand ein, welcher mich nun eben jetzt auf den, gleich Eingangs und mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, angedeuteten Unterſchied zwiſchen der bis hierher nun betrachteten „geocentriſchen“ und der heliocentriſchen „Länge“ (und „Breite“) führt. Da ſich die Planeten (und Kometen) nämlich in eigenen Bahnen, ſämmtlich um die Sonne bewegen, ſo erreichen ſie zuvörderſt in dieſen Bahnen diejenigen (auch ſchon Eingangs erwähnten) „Längen“ (Oerter), über welche ich noch näher ſogleich in dem eigenen Artikel Länge in der Bahn handeln werde. Der irdiſche (von ſeinem indeß mit in einem ſolchen Umlaufe um die Sonne begriffenen Planeten aus beobachtende) Aſtronom denkt ſich aber, Behufs ſeiner Rechnungen, ferner von dieſem (eigentlichen) Bahnorte des Planeten (dem vom Planeten eben eingenommenen Puncte der „Länge in der Bahn“) einen Perpendikel ** auf die Ebene der Ekliptik, zu deſſen Fußpunkte („reducirtem“ Planetenorte) er eine Gerade aus der Sonne zieht, welche nun die „heliocentriſche“ (dieſergeſtalt aus der Sonne geſehene) Länge: den zwi-

hat (wegen des in der 4ten Analogie unmittelbar Folgenden). — Die außerordentliche Wichtigkeit der Sache für uns, in Verbindung mit ihrer Complication zwingt mich, ſo ausführlich zu ſeyn.

* Hinſichtlich des Planeten Erde nämlich hat der, hier nun zu betrachtende, für die übrigen Planeten eintretende Unterſchied zwiſchen einer „erd-“ und ſonnenſichtigen „Länge“ (und „Breite“) natürlich ſo wenig, als eine davon wieder verſchiedene „Länge in der Bahn“ ſtatt: der Planet Erde hat offenbar nur Einerlei „Länge“ (und keinerlei „Breite“).

** Man kann ſich dieſen Perpendikel, wie wir auch in Heliocentriſch, S. 736 gethan haben, als den Sinus des Breitenkreisbogens oder bei Kleinheit des letzteren, als zuſammenfallend mit ihm vorſtellen.

ſchen jener Geraden und einer zweiten, wieder aus der Sonne nach dem Frühlingspuncte führenden ſolchen Geraden am Sonnenmittelpuncte enthaltenen Winkel, bezeichnet. Aus dieſer „heliocentriſchen Länge“ leitet der Aſtronom, nach dem ihm bekannten planetariſchen Bewegungsgeſetze, und den nicht weniger bekannten Elementen der Planetenbahnen, im beſtimmten vorliegenden Falle die geocentriſche Länge der Planeten (vergl. d. beiden A. A. Geocentriſch und Heliocentriſch) ab, zu deren Darſtellung für alle Geſtirne wir aber vielmehr die gerade Aufſteigung und Abweichung gefordert und als ſchon beobachtet und bekannt vorausgeſetzt hatten *. Die Forderung wird alſo in dieſem Falle der beſondern Betrachtung von Weltkörpern, welche ſich nach bekannten Geſetzen um die Sonne bewegen **, gerade der umgekehrte: ſtatt wie vorn, aus unmittelbar beobachteter geraden Aufſteigung und Abweichung, geocentriſche Länge (und Breite) abzuleiten, erlange ich hier vielmehr letztere beide Daten durch die Planetentheorie, und habe ſodann aus ihnen gerade Aufſteigung und Abweichung, als die für die beabſichtigte künftige Beobachtung bequemſten Beſtimmungen zu berechnen. Es bedarf demnach zu dieſer Berechnung offenbar nur der Umkehrung der oben, Behufs der Darſtellung von „Länge“ (und „Breite“) aus gerader Aufſteigung und Abweichung, vorgeſchriebenen vier Gleichungen, welche leichte Converſion ich nunmehr den Leſern ſelbſt anheim gebe, und Sie, nach Ausführung derſelben, wegen des Modus der hiernächſtigen Beobachtung alſo gefundener gerader Aufſteigungen und Abweichungen, bloß noch auf Geocentriſch, S. 604. verweiſe. Nehmen wir, um nach Vergleichung dieſes Artikels, nun zu reſumiren, an, man habe aus der heliocentriſchen „Länge“ (und „Breite“) eines Geſtirns für eine beſtimmte Zeit und einen beſtimmten Meridian, die entſprechende geocentriſche „Länge“ (und „Breite“) abgeleitet (wovon ſich in Heliocentriſch, S. 743. ein ausführliches rechnendes Beiſpiel findet), und ſodann, mittelſt den Formeln, zu deren Bildung eben Anleitung ertheilt worden iſt, die gleichzeitige gerade Aufſteigung und Abweichung dieſes Ge-

* Die heliocentriſche „Länge“ (und „Breite“) unterſcheidet ſich alſo, um es nochmals hervorzuheben, rückſichtlich ihrer Beziehung auf die Eklip-tik, in Nichts von der geocentriſchen: ſie iſt das für die Sonne, was die letztere für die Erde abgibt.

** Alſo eben auch für die Kometen, derentwegen in dieſem Bezuge, im A. Breite, S. 133. Sp. 2. beſonders hierher verwieſen iſt. Ein neuer (ein noch nicht beobachteter) Komet iſt indeß ein, zwar jenem Bewegungsgeſetze, aber nicht, wie die Planeten, zugleich auch bereits den Elementen der Bahn nach bekanntes Geſtirn; und ſeine „heliocentriſchen Längen“ können daher nicht, nach obiger Art, gleich unmittelbar gefunden werden Jedoch verhelfen ſchon wenige (geocentriſche) Beobachtungen eines ſolchen Geſtirns, eben mit Beziehung auf das Bewegungsgeſetz, zu einer (vergl. d. Vortrag über Kometen) hinreichenden Kenntniß der Bahn, ſo daß die ferneren „heliocentriſchen“ und hieraus ſodann die „geocentriſchen“ Längen des Kometen, d. h. bei Mitberückſichtigung der „Breite“, ſeine ſpäteren Himmelsorte, wo er ſich, vom irdiſchen Standpuncte aus aufgeſucht, zeigen muß, danach vorhergeſagt werden können. Gerade dieſe Vorherſagung künftiger „Längen“ und „Breiten“ (Himmelsorte der Geſtirne) iſt aber, wie ich deßhalb ſchon l. c. mit der erwähnten Verweiſung wegen des Näheren hierher, hervorgehoben, auch Eingangs des gegenwärtigen Artikels nochmals eingeſchärft habe, Hauptaufgabe der beobachtenden und rechnenden Aſtronomie: ſie ſoll uns, ſchon nach wenigen Beobachtungen, belehren, welche „Länge“ (und „Breite“) ſelbſt ein ſolches neu entdecktes Geſtirn (ein Komet) in ſpäterer Zeit haben (welchen Himmelsort dasſelbe dann einnehmen) wird; und dieß iſt alſo der wahre, eigentliche Zweck der obigen Längen-Berechnungen, über welche ich, bei dieſer ihrer Wichtigkeit, mit Recht ſo ausführlich bin.

ſtirns beſtimmt; ſo kennt man, nach jener Beobachtungsweiſe, den *Durchgangsmoment* des Geſtirns durch den bezeichneten Meridian und die *Höhe*, in welcher der Durchgang erfolgt, und iſt alſo im Beſitze *aller Beobachtungsbedingungen* *. Und wollte man umgekehrt controllirend zu Werke gehen, ſo könnte man beliebige *gerade Aufſteigungen* und *Abweichungen* dieſes Geſtirns *unmittelbar beobachten*, und daraus, vermittelſt der vorn vorgeſchriebenen *vier* Formeln ſelbſt, die zugehörigen „*geocentriſchen Längen*“ und *Breiten* herleiten, hiernächſt aber, (freilich bei nunmehriger Mitbenützung der Elemente) auch die „*heliocentriſchen*“ Beſtimmungen und letztlich die „*Längen in der Bahn*“ folgern, und mit den Angaben der, in bevorworteter Art, *direct* durch die Planetentheorie dargeſtellten Tafeln vergleichen, ja, wie man ſieht, auf dieſe indirecte Weiſe, vermittelſt einer fortgeſetzten Umkehrung der Formeln jenes directen Verfahrens, ebenfalls zur Tafel-Conſtruction gelangen. Dieſe Bemerkungen über die Ausdehnung des Bezuges zwiſchen „*Länge*,“ *Breite*, *gerade Aufſteigung* und *Abweichung*, als den vier aſtronomiſchen Daten aller Geſtirn-Orts-Beſtimmung werden, abgeſehen von Einwendungen der *Praxis*, vielen Leſern ſehr nützlich werden, und ich empfehle dieſelben zur Beachtung.

Die *älteren* Aſtronomen (denn ich habe, bevorwortetermaßen, bis hierher nur vom Verfahren der Neueren geſprochen) ſahen ſich aber außer Stande, dieſe Benützung der geraden Aufſteigung zur Beſtimmung der „*Länge*“ in Anſpruch zu nehmen, weil ſie *keine Uhren* (wenigſtens keine Zeitmeſſungs-Inſtrumente von hinreichender Vollkommenheit) hatten. Der Nachtgleichenpunct, von welchem an man die geraden Aufſteigungen (gleichwie die „*Längen*“) zählt, iſt nämlich am Himmel (vergl. hinten und den Art. *Vorrücken der Nachtgleichen*) durch Nichts *dauernd*, ſondern alljährlich nur *vorübergehend* durch die Sonne in dem Augenblicke bezeichnet, in welchem ſie eben keine Abweichung zeigt. *Wir* ſtellen unſere (Stern-) Uhr in dieſem Augenblicke auf 0, und halten jenen *Punkt* dadurch gleichſam feſt, indem uns die Uhr nun angibt, in welcher Zeit ein Geſtirn demſelben folgt (ſpäter, nach ihm, in den Meridian tritt), wodurch des Geſtirns *gerade Aufſteigung* (in Zeit) unmittelbar beſtimmt wird; dieß konnten die älteren Aſtronomen aber alſo nicht: ſie mußten vielmehr das betreffende Geſtirn, ſtatt auf jenen von der Sonne vorübergehend eingenommenen *Punct*, vielmehr (wenigſtens, vergl. das Folgende, *mittelbar*) *immer* auf die *Sonne ſelbſt* beziehen, welche ſie im obigen Augenblicke, da ihre Abweichung = 0 (da ſie eben in jenem Nachtgleichenpuncte geweſen) vor und nachher bei'm ferneren Fortgange (Laufe) in ihrer Bahn (in der *Ekliptik*) beobachtet hatten, ſo daß ſie *ſtets* ihre „*Länge*“ kannten. Nun wird aber, ſo lange die Sonne noch über dem Horizont iſt, kein Geſtirn am Himmel ſichtbar, außer dem Monde *, welcher, wo nicht früher, doch ſehr deutlich geſehen werden kann, indem die Sonne eben untergehen will; und die älteren Aſtronomen waren daher genöthigt, erſt den Unterſchied zwiſchen den Orten der *Sonne* und des *Mondes* und zwar, da ſie den Sonnenort, angegebenermaßen, nur in „Länge“ kannten, die „Länge“ zu ſuchen, und das Geſtirn, deſſen „*Länge*“ ** ſie ferner wiſſen wollten, hernach mit dem *Monde* zu vergleichen.

Um dieß an einem Beiſpiele recht deut-

* Von einigen kleineren, dabei noch nothwendig werdenden Correctionen, über welche ſich wieder d. A. *Geocentriſch*, S. 603. verbreitet, iſt hier abgeſehen.

* *Venus* glänzt jedoch zuweilen hinreichend ſtark, um ebenfalls am Tage geſehen zu werden. Auch finde ich in meinen Collectaneen, daß ſich *Tycho* dieſes Planeten ſtatt des Mondes bedient hat

** Daher iſt es denn, wie ich ſchon vorn angedeutet habe, auch gekommen, daß die *älteren* Fixſtern-Verzeichniſſe bloß „*Länge*“ (und „*Breite*“), ſtatt gerader Aufſteigung und Abweichung geben, in welcher Geſtalt ſie jetzt nur noch die unmittelbare Vergleichung mit Planetenörtern erleichtern.

ſich zu machen, will ich ſpeciell zeigen, wie der uns bereits bekannte Alexandriniſche Aſtronom Ptolemäus ſolchergeſtalt die „Länge“ des Fixſterns Regulus („Herz des Löwen“, Stern erſter Größe in dieſem Thierkreis-Sternbilde, und mit dem ſich ſodann andere Geſtirne unmittelbar vergleichen ließen) beſtimmt hat.

Dieſer Aſtronom richtete (wie er uns in ſeinem mehrfach citirten „Almagestum“ VII. 2. erzählt) am 23ten Februar des Jahres 139 (n. Chr.) um 5 ½ Uhr Abends, kurz vor Sonnen-Untergange, den, die Ekliptik repräſentirenden, Kreis ſeiner Zodiakal-Armille (Ringkugel*, vergl. d. A.) nach der Sonne, und fand den Abſtand des Mondes von derſelben, ausgedrückt nach heutiger* Art = . . . 3 Zeich. 2 Grad 7 Min;

die ihm bekannte Länge der Sonne** betrug gleichzeitig 11 „ 3 „ 3 „,

und die Länge des Mondes war alſo 2^z 5° $10'$.

Eine halbe Stunde nachher, da die Sonne untergegangen war und die Sterne ſichtbar zu werden anfingen, zeigte ſich Regulus in „Länge“ oſtwärts des Mondes (weiter vom Frühlingspuncte) . . . . — 57° $10'$;

die Länge des Mondes hatte (nach Maßgabe ſeiner bekannten Eigen-Bewegung von durchſchnittlich 12° in 24 Stunden) in der halben Stunde, alſo bis zum ſelbigen Augenblicke, um $15'$ zu-, wegen der wachſenden Parallaxe aber, um $5'$ abgenommen, und war alſo, ſtatt der obigen 2^z 5° $10'$, nunmehr (2^z 5° $10' + 15' - 5'$) = . . 2^z 5° $20'$,

woraus ſolchergeſtalt d. geſuchte Länge des Regulus . . . . . . 4^z 2° $30'$

kam. Ptolemäus bezog dieſen Abſtand jedoch, ſtatt auf den Frühlings-Nacht-

* Der Leſer denke ſich, wenn Er nicht ſelbſt eine „Sphaera armillaris“ beſitzt, mit Anticipation des hier abſolut Nöthigen aus dem oben citirten Art., ein Modell des ſcheinbaren Himmels, nämlich der daran angenommenen Kreiſe des Aequators, der Ekliptik u. ſ. w. mit einer, in die Lage der Weltaxe gebrachten (nach der Polhöhe des Beobachtungsortes gerichteten) Axe; ſo entſpricht die Lage der Kreiſe dieſes Modells den Kreiſen am Himmel; und ein in den Mittelpunct dieſer künſtlichen Sphäre gebrachtes Auge befindet ſich zugleich im Mittelpuncte der wirklichen Himmelshohlkugel, und mißt die gegenſeitigen Bogen-Abſtände der Geſtirne an derſelben auf concentriſchen Kreiſen. Dieß gilt demnach allerdings auch für die Ekliptik; allein man muß dabei bemerken, daß es, da dieſelbe, wegen der Rotationsbewegung ihrer Pole (auf den Polarkreiſen, um die relativ unbeweglichen Weltpole) ihre Lage über dem Horizonte (den Winkel, unter dem ſie ſich mit dieſem letztern größten Kreiſe ſchneidet) allaugenblicklich verändert, ſehr ſchwer fällt, die „Zodiakal-Armille“ immer richtig in der Stellung der Ekliptik zu erhalten. — Man ſieht alſo, daß dieſes Meſſungsverfahren, wiewohl im Principe ganz richtig, in der Ausübung doch keine große Genauigkeit gewähren konnte; und man hat nur die Geduld und das Geſchick der alten, namentlich der Alexandriniſchen Aſtronomen zu bewundern, welche damit gleichwohl das Mögliche ausrichteten.

* Ptolemäus braucht nämlich (vergl. Grad, S. 673.) den Ausdruck „Grad“ noch nicht, ſondern ſagt dafür „Theil“.

** „Bekannte Länge der Sonne;“ — aber, um Nichts unerörtert zu laſſen, auf welche Weiſe bekannt? Ptolemäus kannte, aus unmittelbarer Beobachtung, den Augenblick des, z. B. Frühlings-Aequinoctiums (in welchem die Sonne gar keine,) und des nächſten Solſtitiums (in welchem ſie dagegen die größte Abweichung zeigte), und brauchte alſo nur die dazwiſchen liegenden 90° durch die Zwiſchenzeit zu dividiren, wodurch er die tägliche Bewegung erhielt. Dieß gibt wenigſtens einen Begriff vom Verfahren.

gleichen=, auf den . 3^{z} — —
in Länge öſtlicher gelegenen Sommer=Solſtitialpunct, von welchem („ab aestiva Solis conversione", wie ſich die Ueberſetzer l. c. ausdrücken) der öſtliche Längen=Abſtand dieſes Fixſterns daher \
ſchließlich = ... 1^{z} 2° 30′
d. h. = $32\frac{1}{2}°$ beſtimmt wurde.

Dieſe Darſtellung des Verfahrens der Alten, wie unvollkommen daſſelbe, nachgewieſenermaßen, an und für ſich auch war, ſcheint mir wohl am geeignetſten, den Leſern eine recht ſinnliche Vorſtellung von der Sache beizubringen. Ich gehe auf Erörterungen über noch andere Methoden zur Beſtimmung der „Länge" der Geſtirne daher auch nicht weiter ein; man findet dieſelben in ſchöner Entwicklung beſonders bei'm Lalande („Astronomie." §. 914.* flgd.). Hier habe ich nur noch zu bemerken, daß die „Längen" der (ſämmtlichen) Geſtirne durch das ſogenannte „Vorrücken der Nachtgleichen" vergrößert werden. Da man dieſe Längen nämlich, angeführtermaßen, vom Frühlings=Durchſchnittspuncte des Aequators mit der Ekliptik an, auf letzterer (von Weſten nach Oſten) zählt, ſo könnten ſie nur unveränderlich ſeyn, wenn die Lage dieſes Punctes auf der Ekliptik zugleich eine unveränderliche (eine feſte) wäre; allein derſelbe rückt vielmehr auf der Ekliptik alljährlich um etwa 50″ nach Weſten (alſo wider die Ordnung der Zeichen) zurück**,

* Ich mache wiederholt darauf aufmerkſam, daß bei dergleichen Citationen des trefflichen Lalande'ſchen Werkes, immer deſſen zweite Ausgabe gemeint iſt.

** Um dieß „Vor= (oder eigentlicher alſo Zurück=) rücken" der Nachtgleichen gehörig einzuſehen, muß man ſich, wie ich, zur plangemäßen Abrundung des gegenwärtigen Vortrags, aus jenem Art. hier anticipire, die Ekliptik als unbeweglich, den Aequator mit ſeinen Durchſchnittspuncten aber, unter unveränderlicher Schiefe, auf ihr nach Weſten fort= (zurück=) rückend denken; ſo erhellt ſogleich, daß dadurch die „Länge" der Geſtirne beſtändig wächſt

daher die gemäß jener Ordnung gerechneten Längen in der nämlichen Zeit um eben ſo viel wachſen. Für die Planeten entſteht hieraus der Unterſchied zwiſchen der tropiſchen und ſideriſchen (vergl. beide A. A., oder auch ſchon Jahr, S. 808. wo ſich die Sache an einem Beiſpiele ſehr gründlich erörtert findet) Revolution: ſie kehren bei ihrem Laufe binnen kürzerer Zeit zu dem ihnen in „Länge" ſolchergeſtalt entgegenrückenden Frühlingspuncte, als zum unbeweglich gebliebenen Fixſterne zurück; bei den Fixſternen, welche, vergl. d. Artikel, abgeſehen von der unmerklichen Eigenbewegung, ihre Lage gegen die Ekliptik behaupten, zeigt ſich aber daher diejenige „Längen"=zunahme (Zunahme des Abſtandes des von den unbeweglich bleibenden Sternen weſtwärts [rechts] wegrückenden Frühlingspunctes), von welcher ich vorläufig, beſonders ſchon im Art. Ekliptik, S. 297. geſprochen habe, und durch welche veranlaßt worden iſt, daß z. B. der Stern γ im Bilde des Widders, der vor 2000 Jahren noch ſenkrecht über dem Frühlingspuncte ſtand* (deſſen Länge damals = 0 war); jetzt eine Länge von (2000 . 50″ =) beiläufig 30° (1 Zeichen) hat. — Ausführlicher führt mich der ſchon citirte beſondere Art. Vorrücken der Nachtgleichen hierauf zurück; und ich kann daher den gegenwärtigen Vortrag über „Länge der Geſtirne" hiermit beſchließen.

Länge in der Bahn**; Longitudo

(die gerade Aufſteigung und Abweichung zugleich afficirt werden, und nur die Breite ganz unverändert bleibt).

* Damals hätte dieſer Stern alſo wirklich zur Bezeichnung des Frühlingspunctes dienen können; aber er hätte dieß, wie ich oben angedeutet habe, eben des „Vorrückens" des letzteren wegen, nur nicht „dauernd" gekonnt.

** Nach ſtrenger alphabetiſcher Ordnung, müßte jetzt erſt „Länge des Perihels" und „Länge, geographiſche" kommen; ich habe aus ſachlicher Rückſicht die obige Anordnung vorgezogen, und avertire gleich davon: es wird angemeſſen ſeyn, dem Vortrage in der näm=

in orbe (aut orbita); *Longitude dans l'orbe (ou l'orbite).* Ich habe im vorausgehenden Artikel, neben der auf die Ekliptik bezogenen „Länge“ der Geſtirne, von der Länge der Planeten * in der Bahn geſprochen, und dieſerwegen auf den gegenwärtigen beſondern Vortrag verwieſen. Die Beziehung auf die Ekliptik nämlich iſt, nachgewieſenermaßen, nur eine Rechnungsmodalität (eine Reduction, vergl. d. A.); die (übrigen) Planeten (gleichwie die Kometen) laufen, nicht wie die Erde in der Ekliptik, ſondern in eigenen, von der letzteren verſchiedenen, ſie nur in zwei Puncten (den Knoten, vergl. d. A.) durchſchneidenden Bahnen um die Sonne, und werden demnach unmittelbar nur nach Maßgabe dieſer ihrer Bahnorte beobachtet: der Planet, ſeine Bahn im Weltenraume beſchreibend, ſchwebt vor dem irdiſchen Beobachter, und wird von dieſem, aus dem Raume (aus dem eben eingenommenen Bahnpuncte, dem Orte **, wo er ſich in Gemäßheit des Geſetzes jener ſeiner Bewegung um die Sonne, im Raume eben befindet) an die Innerfläche der ſcheinbaren Himmelshohlkugel verſetzt, wo wir ihn ſodann nach (geocentriſcher) „Länge“ (in der Ekliptik) und „Breite“ ſuchen, daher die nächſte Rückſicht bei der Längenbeſtimmung alſo natürlich der Bahnort (die „Länge in der Bahn“) iſt (woraus jene Länge in der Ekliptik erſt abgeleitet werden ſoll).

Um zur Kenntniß dieſes ſeines Ortes in der vom Planeten um die Sonne beſchriebenen Bahn zu gelangen, nimmt man in derſelben rückwärts (nach Weſten, von der Linken zur Rechten hin, alſo wider die Ordnung der Zeichen) vom aufſteigenden Knoten an, einen der Länge des letzteren in der Ekliptik (der öſtlichen Entfernung dieſes, der Planetenbahn und der Ekliptik gemeinſchaftlichen Durchſchnittspunctes vom Frühlingspuncte, d. h. dem dieſergeſtalt zwiſchen beiden Puncten enthaltenen Bogen der Ekliptik) gleichen Bogen, und zählt von deſſen anderm (von ſeinem weſtlichen) Endpuncte ab, hin bis an oder ferner über den aufſteigenden Knoten hinaus (alſo nach Oſten zu), die „Länge in der Bahn“, wie ſie nach dem Geſetze der Bewegung des Planeten um die Sonne * (alſo aus letzterer geſehen „heliocentriſch“) eintritt; — und dieß iſt demnach der Begriff der „Länge in der Bahn“, über welche ich mich hier zu erklären habe: ſtatt daß man in der Ekliptik die „Länge“ ohne weiteres vom Frühlingspuncte ſelbſt an zählt, bezieht man ſich für die „Länge in der Bahn“ der (übrigen; denn die Bahn der Erde iſt die Ekliptik) Planeten neben dem Frühlingspuncte, zugleich auf den aufſteigenden Knoten. Im obigen dieſergeſtalt beſtimmten Endpuncte, dem Nullpuncte ſeiner (heliocentriſchen) Bahnlänge, ſteht alſo der Planet vom aufſteigenden Knoten um einen der Länge des letzteren in der Ekliptik gleichen Bogen ab; der öſtliche Abſtand eines Geſtirns in ſeiner Bahn

lichen Ordnung zu folgen. — Leſer ferner, welche im vorſtehenden Artikel „Länge der Geſtirne“, neben „geocentriſcher-“ und „heliocentriſcher-“, jovicentriſche Länge vermiſſen ſollten, verweiſe ich auf die Nachweiſung darüber hinten.

* Wenn die Elemente der Bahn eines Kometen (vergl. d. A.) ermittelt ſind, ſo finden die hier folgenden Betrachtungen, wie man leicht einſieht, auf denſelben nicht weniger als auf die „Planeten“ Anwendung. — Für die Nebenplaneten (Monde) aber iſt die Sache bei Beziehung auf den Hauptplaneten (als Centralkörper), ganz die nämliche wie für die Planeten hinſichtlich der Sonne (ihres Centralkörpers).

** Der Ausdruck „mittlerer“ und „wahrer“ Ort (eines Geſtirns), ohne Zuſatz, bezieht ſich daher auch immer auf dieſen „Bahnort“.

* Bei'm Geſetze dieſer Bewegung rechnet man zwar eigentlich nach der Anomalie (ſiehe dieſen A.); da ſich (vergl. den gleich folgenden A.) die „Anomalie“ aber von der unmittelbaren Länge in der Bahn, nur um die (unveränderliche) Länge des Periheliums (oder Apheliums), in der Bahn, worüber ich gleich in einem Art. handle, unterſcheidet, ſo kommt die Sache auf Eins hinaus.

vom aufſteigenden Knoten iſt aber bekanntlich das Argument der „Breite" (ſ. d. A.); — und man ſieht alſo, daß dieſes „Argument der Breite" dem Unterſchiede der Länge des Knotens und der „Länge des Planeten" (beider „in der Bahn") gleich iſt *, ſo daß deſſen augenblickliche Beſtimmung durch dieſe Art von Angabe der Bahnlänge bevorwortet wird, und worin eben ihr offenbarer Vortheil beſteht.

Hat man aber ſolchergeſtalt ferner das, der „Länge des Planeten in der Bahn" entſprechende Argument der Breite ermittelt, ſo nimmt man, wie ich, um die Unterſuchung nicht ſteril erſcheinen zu laſſen, nochmals hervorhebe, damit die Reduction auf die Ekliptik (vergl. d. A.) vor, und erhält hierdurch, mit Beziehung auf die Elemente, die heliocentriſche, und aus dieſer, unter Vorausſetzung der Kenntniß des gleichzeitigen Ortes der Erde in ihrer Bahn, endlich die geocentriſche Länge und Breite des Planeten (des Geſtirns), als das, wie ich es gleich Eingangs bezeichnet habe, eigentlich Geſuchte.

Die Beſtimmung der hier betrachteten „Länge (des Ortes) des Planeten in der Bahn", wie ſie aus dem (Kepler'ſchen) Geſetze der Bewegung der Planeten in Ellipſen um die Sonne folgt, iſt demnach die Baſis des ganzen Verfahrens zur Vorherſagung geocentriſcher Planetenörter, wonach ſich die Wichtigkeit dieſer Betrachtung für uns hinreichend ergibt; da aber dabei, angeführtermaßen, mit Bezug auf das Perihelium (oder Aphelium) gerechnet (ſtatt der unmittelbaren Länge zunächſt die Anomalie geſucht) werden muß: ſo iſt uns alſo auch die Kenntniß des Bahnortes dieſes Periheliums nothwendig; wir bedürfen, wie ich auf dieſe Unterſuchung ſchon vorn als auf einen beſondern Artikel verwieſen habe, der Länge des Periheliums (oder des demſelben diametral gegenüber liegenden Apheliums *); Longitudo perihelii (seu aphelii); *Longitude du périhélie (ou aphélie)*, welche überdieß ihrer, unten nachzuweiſenden, Unentbehrlichkeit bei den Geſtirn-Ortsberechnungen, unter den Elementen (vergl. d. A.) einen Platz einnimmt und ſchon deßwegen auf eine ausführlichere Behandlung Anſpruch hat.

Denkt man ſich den Planeten in demjenigen Puncte ſeiner elliptiſchen Bahn, wo er der Sonne am nächſten ſteht (eben „Perihelium" Sonnennähe, vergl. d. A.), ſo iſt die, in dieſem Augenblicke ſtatt findende Bahnlänge des Planeten, wie wir, dem Begriff vorangehend bezeichnet haben, demnach auch die hier in Rede ſtehende „Länge des Periheliums;" und damit iſt alſo die Definition gegeben; — aber was hat es nun mit der Sache ſelbſt genauer auf ſich? und wie findet man hiernächſt jenen Punct?

Der eigentliche Zweck der Ermittlung beſteht, angedeutetermaßen, in der verlangten Angabe des wahren (heliocentriſchen) Bahnortes des Planeten: der wahren Länge des Geſtirns in der Bahn. Dieſe „wahre Länge" kann aber, wie im vorigen Art. auch ſchon bevorwortet worden iſt, nicht mit unmittel-

* Man zieht, um das Argument der Breite zu erhalten, die Länge des Knotens unmittelbar von der „Länge des Geſtirns in der Bahn" ab, wenn letztere größer, d. h. wenn das Geſtirn bereits (öſtlich) über den Knoten hinausgerückt iſt. Im entgegenſetzten Falle, da die Bahnlänge des Geſtirns noch kleiner als die Knotenlänge ausfällt (das Geſtirn zwiſchen dem Nullpuncte ſeiner Bahnlänge und dem Knoten ſteht), muß man jene erſt um 360° vermehren. Sey die Bahnlänge des Geſtirns z. B. = 10°, die Länge des aufſteigenden Knotens = 20°, ſo iſt das Argument der Breite = 350° = 360° + 10° — 20°. Der bloße Anblick der Fig. 3. (Tafel I. dieſes 2ten Bandes), in welchem F der Frühlingspunct, F E die Ekliptik, P p die Planetenbahn, und F ☊ = P ☊ die Länge des aufſteigenden Knotens (in der Ekliptik und in der Bahn) bedeuten, macht, wenn man den Planeten, wie oben, zwiſchen P und ☊ ſetzt, die Sache ſogleich augenſcheinlich.

* Man rechnete nämlich ſonſt meiſtens vom „Aphelium" an; da aber die Kometen nur im „Perihelium" ſichtbar ſind, ſo bezieht man ſich jetzt lieber auf letzteres.

barem Bezuge auf den *Nullpunct* (wie man ſonſt gewöhnlich rechnet) der *Bahnlänge*, ſondern nur (mittelbar) vom Puncte des „Periheliums“ (oder „Apheliums“) ab, als *Anomalie* (vergl. d. A.) gefunden werden, deren Betrage man erſt hiernächſt die „Länge des Periheliums“ hinzuzufügen hat, um *ſolchergeſtalt* die verlangte „Länge des Geſtirns in der *Bahn*“, als die nachgewieſene Baſis aller ferneren Berechnung zu erlangen. Die *Nothwendigkeit* dieſes Elementes der „*Länge des Perihels*“ iſt alſo dargethan; — wie dasſelbe beſtimmen?

Die Puncte des *Periheliums* und des *Apheliums*, die *Endpuncte der großen Axe*, ſind die beiden *einzigen* Umfangspuncte der planetariſchen Bahn-Ellipſe, welche mit ihrem Auseinanderſtehen um 180°, zugleich die Eigenheit verbinden, daß der Planet genau die Hälfte ſeiner Umlaufzeit braucht, um von dem einen zum andern zu gelangen: Dieß folgt ſogleich aus dem zweiten *Kepler'ſchen Geſetze* (vergl. d. A.), daß der Radius vector, bei ſeiner Drehung um den *Brenn*- (Kraft-) *Punct*, in gleichen Zeiten gleiche Sectoren von der *elliptiſchen* Bahnebene abſchneidet: *nur die große Axe* theilt dieſe Ebene *mit Bezug auf jenen Punct** in zwei gleiche (und ſymmetriſche) Hälften. — Hat man alſo zwei *Bahn*puncte gefunden, welche *zugleich* um 180° in dieſer *Bahn* (am *Kraft*puncte) und um die halbe Umlaufszeit auseinander liegen; ſo ſind dieß *gewiß* die geſuchten Puncte des „*Periheliums*“ und *Apheliums*.

Nun ſey man im Beſitze einer Menge von Beobachtungen: *geocentriſcher* (d. h. alſo auf die *Ekliptik* bezüglicher) Längen und Breiten eines Planeten, z. B. des *Mars* (wir werden gleich ſehen, weßhalb ich gerade dieſen wähle), und habe daraus (vergl. *Geocentriſch* und *Heliocentriſch*) die zugehörigen *heliocentriſchen* Längen und Breiten dieſes Planeten abgeleitet *; ſo kennt man alſo ſeinen jedesmaligen „heliocentriſchen“ Abſtand in der *Ekliptik* vom *Frühlingspuncte*; nicht weniger iſt, aus der Theorie dieſes Planeten, der Abſtand des aufſteigenden Knotens ſeiner

* Die *kleine* Axe theilt die Ellipſe zwar auch in zwei gleiche und ſymmetriſche Hälften; aber ſie geht *nicht durch die Brennpuncte*.

* In jenen A. A. „Heliocentriſch“ und „Geocentriſch“ iſt zwar das *Herabfinden* vom *Bahnorte*, vermittelſt heliocentriſcher Längen und Breiten (in der *Ekliptik*), zu den *geocentriſchen* gelehrt, wonach es ſcheint, als wenn das *hier* verlangte *Hinauffinden* aus den letzteren zum erſteren, bloß durch *Umkehrung* jenes Verfahrens bewirkt werden könne. Indeß wird einzelnen Leſern die folgende, dazu dienende *ſpecielle* Anleitung nicht unwillkommen ſeyn, welche, nach allen vorausgegangenen Erläuterungen, wohl hier die paßlichſte Stelle findet: Um nämlich aus dem *heliocentriſchen* Orte eines Geſtirns deſſen *geocentriſchen* abzuleiten, muß (vergl. *Heliocentriſch*) die heliocentriſche Länge, Breite und Entfernung von der Sonne (der Radius vector) gegeben ſeyn, und die hierzu nöthigen Formeln befinden ſich im *citirten* Artikel, 1. B. S. 738. flgd. Dieſelben Formeln würde man allerdings auch zur Löſung der *umgekehrten* Aufgabe: „Der Herleitung des *heliocentriſchen* Ortes aus dem beobachteten *geocentriſchen*“ benützen können, wenn die geocentriſche Länge, die geocentriſche Breite und zugleich die *Entfernung* von der *Erde* gegeben wären. Da aber die Beobachtung nur die *erſten beiden* Größen liefert, und die letzte, die Entfernung von der Erde, nicht *beobachtet* werden kann, mithin noch unbekannt iſt, ſo ſind die l. c. angewandten Formeln hiezu nicht hinreichend, und man verfährt am einfachſten auf folgende Weiſe:

Denken wir uns die Ebene des im genannten Artikel 1. B. S. 737. poſtulirten Dreiecks zwiſchen Erde, Sonne und *Bahnort* des Planeten bis an die Himmelsſphäre erweitert, ſo ſchneidet ſie die letztere in einem größten Kreiſe, in welchem mithin der heliocentriſche Ort der Erde, der heliocentriſche und geocentriſche Ort des Planeten liegen. Sey Fig. 5. der Tafel I. PP′T ein Bogen dieſes

Bahn von jenem Punkte, und die Neigung bekannt, wie dieſe Elemente, welche ich, des Folgenden wegen, nur nochmals nahmhaft mache, ſchon bei den obigen Ableitungen gedient haben.

Man zieht jetzt dieſe Knotenlänge von der (heliocentriſchen) Länge des Planeten in der Ekliptik ab, und erlangt dadurch des Planeten Abſtand vom Knoten (in der Ekliptik gerechnet), welchen Abſtand man mit der heliocentriſchen Breite und der Neigung zu einem rechtwinkligen ſphäriſchen Triangel verbindet, der alſo den Bahn-Abſtand des Planeten vom Knoten (was man ſonſt das „Argument der Breite" nennt), und damit einen wahren (eben durch dieſen Knoten-Abſtand, ſeiner Lage nach, bezeichneten) Bahnort gewährt, deſſen Zeitpunct man zugleich aus der Zeit der (zu Grunde liegenden geocentriſchen) Beobachtung kennt. In gleicher Art verfährt man mit ſo vielen andern Beobachtungen, als nothwendig wird, und ermittelt durch deren Vergleichung endlich die, zugleich um 180° Bahnlänge und die halbe Umlaufszeit auseinander liegenden, geſuchten beiden (Bahn-) Puncte des „Periheliums" und „Apheliums" (die entſprechenden Planetenörter) nach ihren Abſtänden vom aufſteigenden Knoten. Dieſem Abſtande des Periheliums vom aufſteigenden Knoten ſetzt man aber hiernächſt (vergl. Länge in der Bahn) die Länge dieſes Knotens

Kreiſes, P der geocentriſche, P′ der heliocentriſche Ort des Planeten, T der heliocentriſche Ort der Erde, welcher letztere alſo zugleich in der Ekliptik ♈ ☊ T p liegt; ſey ferner C P′ ☊ die Bahn des Planeten, und ☊ der aufſteigende Knoten derſelben in der Ekliptik. Zieht man nun den Bogen P p ſenkrecht auf die Ekliptik, ſo iſt offenbar wenn ♈ das Frühlings-Aequinoctium vorſtellt: ♈ T die heliocentriſche Länge der Erde, ♈ p die geocentriſche Länge und P p die geocentriſche Breite des Planeten, ♈ ☊ die Länge ſeines aufſteigenden Knotens, ☊ P′ das Argument der Breite, und der Winkel P′ ☊ T die Neigung der Bahn. Nun kennt man im rechtwinkligen Dreieck P p T die Seiten P p und p T (= ♈ p − ♈ T), und berechnet folglich den Winkel P T p durch die Formel

$$\text{tang } P\,T\,p = \frac{\text{tang } P\,p}{\text{Sin } p\,T}.$$

Ferner iſt im Dreiecke P′ T ☊ der Winkel P′ T ☊ (= 180° − P T p), die Seite ☊ T (= ♈ T − ♈ ☊) und der Winkel P′ ☊ T bekannt; und man findet die Seiten P′ T und ☊ P′ durch die Formeln:

$$\text{tang } \tfrac{1}{2}\,(P'\text{☊} + P'T) = \frac{\text{Cos } \tfrac{1}{2}\,(P'T\text{☊} - P'\text{☊}T)}{\text{Cos } \tfrac{1}{2}\,(P'T\text{☊} + P'\text{☊}T)} \,.\, \text{tang } \tfrac{1}{2}\,T\text{☊}$$

$$\text{tang } \tfrac{1}{2}\,(P'\text{☊} - P'T) = \frac{\text{Sin } \tfrac{1}{2}\,(P'T\text{☊} - P'\text{☊}T)}{\text{Sin } \tfrac{1}{2}\,(P'T\text{☊} + P'\text{☊}T)} \,.\, \text{tang } \tfrac{1}{2}\,T\text{☊},$$

wonächſt man die Länge in der Bahn gleich dem Argument der Breite P′ ☊ + Länge des aufſteigenden Knotens erhält.

In dem Dreiecke p P T kennt man aber auch die Seite P T durch die Formel

$$\text{tang } P\,T = \frac{\text{tang } T\,p}{\text{Cos } P\,T\,p}.$$

Stellt man ſich nun wiederum das geradlinige Dreieck zwiſchen Sonne, Erde und Bahnort des Planeten vor, ſo ſieht man leicht, daß der Winkel an der Sonne = P′ T, und der Winkel an der Erde = 180° − P T iſt, welche beide Winkel man alſo aus dem Vorhergehenden, ſo wie außerdem die zwiſchen ihnen liegende Seite (die Entfernung der Erde von der Sonne) kennt. Man findet demnach die zweite Seite, den Radius vector des Planeten durch die Formel

$$\text{Radius vector} = \frac{\text{Sin } P\,T \,.\, \text{Entfernung d. Erde v. d. Sonne}}{\text{Sin } (P\,T - P'\,T)}$$

und die dritte Seite, die Entfernung des Planeten v. d. Erde durch

$$\text{Entfernung d. Planet. v. d. Erde} = \frac{\text{Sin } P'\,T \,.\, \text{Entfern. d. Erde v. d. Sonne}}{\text{Sin } (P\,T - P'\,T)}$$

wodurch mithin die Aufgabe vollſtändig gelöſt iſt.

(einen der Länge deſſelben in der Ekliptik gleichen Bahnbogen) hinzu, und erhält ſolchergeſtalt ſchließlich die verlangte „Länge des Periheliums“ (und alſo des 180° davon entfernten Apheliums) in der Bahn, d. h. auf die Sonne bezogen, um welche die Bahnbewegung erfolgt.

Hat man ſich aber auf dieſe Weiſe erſt die Kenntniß der „Länge des Perihels“ (in der Bahn) verſchafft, ſo verbindet man damit ferner die Epoche (vergl. d. A.): die Angabe, in welchem Puncte der Bahn der Planet, bei vorausgeſetzter mittlerer Bewegung, zu einer beſtimmten Zeit geweſen iſt. Von dieſem Puncte, deſſen eigene „mittlere“ Länge in der Bahn hiernach als bekannt vorausgeſetzt wird, weiter rechnend, findet man die mittlere Länge des Planeten (in der Bahn) für jeden entſprechenden ſpätern Moment und, indem man von derſelben die „Länge des Perihels“ (in der Bahn) abzieht, die „mittlere“ Anomalie, welche (vergl. d. A.), in die „wahre“ verwandelt, den wahren „Längen-“ Abſtand des Planeten in der Bahn vom Perihel angibt, wonächſt man dem ſo ermittelten Abſtande (der wahren Anomalie) nur noch jene „Länge des Perihels“ * ſelbſt hinzuzufügen hat, um die wahre „Länge“ des Planeten in der Bahn zu erhalten, von der man endlich wieder zum heliocentriſchen und geocentriſchen Orte dieſes Geſtirns (nach Länge und Breite in Bezug auf die Ekliptik, vergl. vorn) hinab findet. Da aber die hier betrachtete „Länge des Perihels“ (der Himmelsort des Bahnpunctes, in welchem ſich, wie geſagt, das Geſtirn, von der Sonne aus geſehen, bei ſeinem kleinſten Abſtande von ihr, zeigt) allen dieſen Herleitungen, in der nachgewieſenen Art, mit zu Grunde liegt, ſo iſt ihr Charakter als „Element,“ weßwegen ich Eingangs hierher verwieſen habe, hinreichend dargethan.

Noch muß ich indeß, ehe ich nun weiter gehe, dem Einwande vorbeugen, als wenn bei jenen Herleitungen ein Cirkel im Schließen begangen werde, indem ich, eben mit Bezug auf die hier in Rede ſtehende „Länge des Perihels“, durch welche uns die ganze, ſchon öfter, und namentlich in Geocentriſch, Bd. I. S. 601. angeſtellte Unterſuchung nochmals vor die Augen gerückt worden iſt, bald den (auf die Ekliptik bezüglichen) geocentriſchen, bald den (heliocentriſchen) Bahnort des Geſtirns als das Gegebene, oder aber als das aus jenem vielmehr zu Findende bezeichne. Allein man ermeſſe, daß zwar die Theorie der älteren Planeten zur ſteten unmittelbaren Angabe des jederzeitigen Bahnortes ſchon ausgebildet genug war, um von dieſem zum geocentriſchen Orte, wie ich vorn ſage, „herab“ zu finden, daß man aber dagegen z. B. bei der Entdeckung der neuen Planeten (Planetoiden: Ceres, Juno, Pallas, Veſta; — wegen neu auftretender Kometen verweiſe ich auf dieſen beſondern Artikel) urſprünglich natürlich nur geocentriſche Beobachtungen beſaß, von denen umgekehrt zu den Bahnorten „hinauf“ gefunden werden mußte, um nur zuvor die Elemente der Bahn, namentlich die „Länge des Perihels“, mit den daraus folgenden Bahnorten, zu ermitteln, von denen erſt dann wieder zu den ſpäteren * „geocentriſchen Längen und Breiten“ herab gefunden werden konnte, deren verlangte Vorausberechnung ſolchergeſtalt möglich gemacht wurde. Den erſten Schritt hat, ich

* Ich darf (Anomalie, B. 1. S. 44.) daran erinnern, daß in den Apſiden die wahre und mittlere („Anomalie“ und alſo auch) Länge gleich ſind. Beſitzt man alſo eine einzige, in dieſen Puncten angeſtellte (wirkliche) Beobachtung, ſo iſt man auch im Beſitze eines (wahren und zugleich) mittleren Ortes des Geſtirns, und kann von da, nach mittlerer Geſchwindigkeit rechnend, durch die ganze Bahn weiter gehen. — Dieß zeigt den Zuſammenhang zwiſchen der „Länge des Perihels“ (der Apſiden) und der Epoche. Wegen des Details der oben natürlich nur in allgemeinſter Ueberſicht zuſammengeſtellten Operationen, verweiſe ich aber namentlich auf die ſchon citirten A. A. Geocentriſch und Heliocentriſch.

* Ich bitte, dieß „ſpäteren“ beſonders zu beachten.

kann es wiederholentlich gar nicht genug hervorheben, offenbar die wirkliche („geocentriſche“) Beobachtung abgeben müſſen, von welcher man ſich zur Theorie der Bahnbewegung erhoben, und daraus ſodann, nunmehr bloß noch rechnend, die ſpätere geocentriſche Erſcheinung gefolgert hat.

Die bekannteſte Anwendung des eben gelehrten Verfahrens zur Beſtimmung unſerer „Länge des Perihels“ iſt von Kepler auf die Bahn des, dieſerhalb mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, vorn ausgezeichneten Planeten Mars gemacht worden; und dieſer ſcharfſinnige Mann faßt (vergl. Apſidenlinie) ſeine Idee, in dem öfters citirten Werke „De stella Martis.“ S. 208. in die wenigen Worte: „Perpende itaque, quod si Mars a puncto *apogaei* (aphelii) eundo dimidium temporis restitutorii insumat, fine hujus temporis, omnino confectis 180 gradibus, sit futurus in puncto *perigaei* (perihelii).“ zuſammen, deren eigentlichen Sinn wir oben näher erklärt haben, ſo daß ich Weiteres darüber hier nun nicht mehr hinzuzufügen brauche. Eben ſo wenig gehe ich auf noch andere Methoden zur Beſtimmung der „Länge des Periheliums“ ein; man findet ſie beſonders bei'm Lalande „Astronomie,“ Buch VI. mit welcher Nachweiſung ich den gegenwärtigen Artikel beſchließe.

Länge, geocentriſche, ſ. **Geocentriſch** und **Länge.**

Länge, geographiſche der Orte (auf der Erdkugel*); Longitudo locorum geographica; *Longitude des lieux de la terre.* Die „Länge“** eines Ortes auf der Erde iſt derjenige Bogen des Aequators, welcher zwiſchen einem, auf letzterem (vergl. unten) willkührlich angenommenen Anfangspuncte (dem durch dieſen Punct gedachten und als „erſten,“ näher in dem beſondern Art. Mittagskreis, erſter betrachteten Meridian) und dem Meridian jenes Ortes ſelbſt enthalten iſt. „Länge“ (und Breite), „geographiſche“ (und alſo ſorgfältig von der vorauf behandelten aſtronomiſchen Länge zu unterſcheiden, welche ſich eben ſo auf den Himmelskreis der Ekliptik, wie jene auf den Aequator der Erde bezieht) ſind für die Erdkugel genau dasjenige, was wir an der Himmelskugel durch gerade Aufſteigung (und Abweichung, vergl. beide A. A. B. I. S. 29. und 84) bezeichnen: durch die Angabe der „Länge“ und „Breite“ eines Ortes iſt ſeine Lage auf der Erdkugel für den Geographen in eben der Art und eben ſo ſtreng, als für den Aſtronomen die Lage eines Geſtirns an der Himmelskugel durch „gerade Aufſteigung“ und „Abweichung“ beſtimmt***; jene „Länge“ ſagt mir, in welchem Meridian (in welchem Meridian-Abſtande vom erſten, oder überhaupt von einem, ſeiner Lage nach ſchon bekannten Meridian) der betreffende Ort der Erde liegt, jene „Breite“, welchen Punct dieſes Meridians der Ort einnimmt; — und eben ſo bezeichnet die „gerade Aufſteigung“, auf dem Himmelsäquator, den

* Ich mache dieſe Hinzufügung, welche nach Anwendung des Wortes „geographiſch“ überflüſſig ſcheinen könnte, ausdrücklich deßwegen, weil ich unten von „ſelenographiſchen“ Längen (und Breiten), vornehmlich von Angaben der Orte (Puncte, z. B. Höhenpuncte) auf der Mondkugel, nach Maßgabe ihrer Abſtände vom erſten Meridian (und Aequator) des Mondes ſpreche. — Eine vervollkommnete Aſtronomie wird künftig eben ſo etwann Längen und Breiten der Orte auf der Jupiterskugel bezeichnen, von welchen ich vorläufig nur erſt bemerke, daß ſie nicht mit den ebenfalls unten vorkommenden „jovicentriſchen“ Längen verwechſelt werden dürfen.

* Ueber den Grund dieſer Benennung „Länge“, im Gegenſatze der Breite (geographiſche), iſt ſchon im letzteren Art. S. 137 gehandelt, wohin ich dießfalls verweiſe.

** Man erſieht hieraus, wie ich unten bei Betrachtung der „Länge zur See“, noch dringender hervorheben werde, die ganze Wichtigkeit dieſer Beſtimmung, durch welche beſonders der Schiffer auf dem ſpurloſen Ocean allein in den Stand geſetzt wird, den Punct, wo er ſich eben befindet, zu ermitteln. Die völlige Unentbehrlichkeit für den Geographen ſpringt nicht weniger in die Augen.

Abſtand des Abweichungskreiſes eines Geſtirns vom Frühlingspuncte, und die „Abweichung“ die Stelle des Geſtirns in dieſem Abweichungskreiſe. Demgemäß wird auch die „geographiſche Länge“, in gleicher Art wie die gerade Aufſteigung, auf dem Aequator (oder einem Parallelkreiſe), von dem durch den *Anfangspunct* gedachten (dem „erſten“) Meridian ab, (meiſtens) nach Oſten und fort bis zu 360° hin (zuweilen aber auch nach Weſten, und nur bis 180°) gezählt (worauf ſich die, beſonders in neueren Reiſewerken häufig vorkommenden näheren Beſtimmungen „öſtliche“ oder „weſtliche Länge“ beziehen). Der *Unterſchied* der geographiſchen Länge zweier Oerter heißt ihre *Meridiandifferenz* * (vergl. den beſondern Artikel). Da die Natur nirgends eine unterſcheidende Stelle zur Beſtimmung eines ſolchen „Anfangs- (Null-) Punctes“ der geographiſchen Länge gegeben hat, wie dieß mittelſt der Axendrehung der Erde für die vom Aequator, als dem durch die Rotation bezeichneten Kreiſe, an zählende „*Breite*“ geſchieht; ſo iſt daher in der Wahl des „erſten Meridians“ die oben angedeutete Willführlichkeit entſtanden; — und die mehrfachen, bei den verſchiedenen Völkern und Geographen auch ſehr verſchiedenen Annahmen für dieſen Ort des „erſten Meridians“ haben mancherlei Verwirrungen erzeugt. Die alten Geographen, und unter ihnen namentlich *Ptolemäus*, zogen ihren *erſten* Meridian durch die von ihnen ſogenannten *glückſeligen Inſeln*, worunter vielleicht die *Cap-Verd'iſchen* zu verſtehen ſind; die ſpäteren *Arabiſchen* Geographen wählten dagegen die *Säulen des Herkules* zum Null-Puncte der Länge. Nach der Umſchiffung der Südſpitze von Afrika und nach der Entdeckung von Amerika, wurde die Verwirrung hierin durch die Einmiſchung der Päpſte * noch größer, ſo daß ſich der Cardinal *Richelieu*, der bekannte Miniſter *Ludwig* XIII. von Frankreich, 1630 bewogen fand, in Paris einen Congreß von Aſtronomen zu vereinigen, welcher einen unpartheiſchen und gemeinſamen „erſten“ Meridian feſtſetzen ſollte; und hier wurde nun entſchieden, und durch eine Parlaments-Acte vom Juli deſſelben Jahres beſtätiget, daß der „*erſte Meridian*“ durch die weſtlichſte der Canariſchen Inſeln, die Inſel *Ferro*, gehen, und daß dieſer

Meridan von Ferro,

demnach, wie er auch heute in *unſern* Geographieen ſeinen Rang behauptet, der „*erſte*“ ſeyn ſollte. Dabei ward angenommen und *gilt auch noch heute*, daß dieſer Meridian *genau* 20° *weſtlich* von Paris liege, oder daß alſo die *öſtliche Länge von Paris* eben 20 Grad betrage **. Indeß rechnen die

* Dieſe „Meridiandifferenz“ bezeichnet alſo den Abſtand zweier Puncte der Erdoberfläche (der durch dieſe Puncte gedachten Meridiane) in *Graden* (des zwiſchen den *Meridianen* enthaltenen *Bogens*) des Aequators (oder Parallels). Lägen beide Puncte dabei zugleich *im nämlichen Parallel*, ſo könnte man ihre „Meridiandifferenz“ auch in *abſolutem Maße* (in Meilen, Fußen) durch unmittelbare Meſſung jenes zwiſchen ihnen enthaltenen Bogens ihres Parallels ermitteln, wozu im A. *Gradmeſſungen*, S. 680 („*Längengradmeſſungen*“) Anleitung ertheilt wird. *Hier* habe ich es mit dieſer *abſoluten* Größe der Längengrade nicht weiter zu thun.

* Das Detail hierüber gehört eigentlich in die Geſchichte; indeß gebe ich noch einiges darauf Bezügliche in dem beſondern Art. *Mittagskreis, erſter*.

** Die *Oſtſpitze* dieſer Inſel Ferro liegt eigentlich in 20° 17′, und ihre Weſtſpitze in 20° 30′ (*weſtlicher* Länge von Paris). Davon wird aber, bei der Ausübung, wie geſagt, abgeſehen, und der „erſte Meridian“ genau 20° *weſtlich* von *Paris*, oder *Paris* alſo genau 20° *öſtlich* von *Ferro* geſetzt. So finden meine Leſer in ihren Tabellen z. B. *Berlin* (neues Obſervatorium):

Oeſtliche Länge v. *Ferro*	31°	3′	30″.
u. *öſtliche* Läuge von *Paris* (Obſervatorium). .	11°	3′	30″
welches jene (angenommene) „Meridiandifferenz“ von	20°	—	—

zwiſchen Paris und Ferro gibt. Gleichergeſtalt ſteht

Franzoſen gegenwärtig meiſtens ſelbſt unmittelbar vom Pariſer Meridian (bezeichnen den Meridian der Sternwarte zu Paris als Nullpunct der Länge) d. h. ſie verringern die von Ferro abgezählten öſtlichen Längen um 20°, und vergrößern die weſtlichen um eben ſo viel; die Engländer dagegen datiren von Greenwich (17° 40′ — vergl. d. Anmerk. — öſtlich von Ferro, und 2° 20′ weſtlich von Paris); — und auf einen dieſer beiden Meridiane beziehen ſich auch die meiſten Aſtronomen *, obgleich in einzelnen Fällen wohl auch der Meridian der eigenen Sternwarte gemeint iſt, ſo daß man dann die „Meridiandifferenz“ ſorgfältig beachten muß.

Auf die Beſtimmung dieſer „Meridiandifferenz“, zu welcher ich jetzt übergehe, kommt alſo, wie man ſieht, und wie die unten beigebrachten practiſchen Ausführungen noch näher zeigen werden, Alles an: die abſolute Länge (die z. B. von Ferro an gerechnete), wofern man derſelben hernach überhaupt noch bedarf, ergibt ſich offenbar von ſelbſt, wenn man nur die „Meridiandifferenz“ zwiſchen einem zu beſtimmenden Längenpuncte und dem (in Gemäßheit des Obigen), ſeiner „abſoluten Länge“ nach ſchon bekannten Pariſer-Obſervatorium ausmitteln kann; — wie iſt dazu zu verfahren?

Die Sonne braucht bei ihrer Tagesbewegung, von Oſten nach Weſten, 24 (Sonnen-) Stunden, um mit gleichförmiger (oder, wegen der geringen Verſchiedenheit, doch dafür anzunehmender *) Geſchwindigkeit, nach Durchlaufung der 360° des ganzen Aequators oder eines Parallels, in den nämlichen Meridian zurückzukehren, und erreicht alſo einen z. B. 15° öſtlicher gelegenen Meridian (360° : 24 Stunden = 15° :) 1 Stunde früher als jenen, einen 15° weſtlicher liegenden 1 Stunde ſpäter: ein Zeitunterſchied von 1 Stunde gibt alſo eine „Meridiandifferenz“ von 15 Graden, 1 Zeit-Minute 15 Bogen-Minuten, 1 Secunde 15″ u. ſ. w.; war die Sonne in einem Meridian 40 Minuten früher als in einem andern, ſo liegt der letztere (40 . 15′ = 600′ =) 10° weſtlich vom erſteren. Auf dieſe Art gibt die Zeit, um welche der Mittag (die Meridian-Erreichung durch die Sonne) eines Ortes früher (oder ſpäter) als eines andern erfolgt, die „Meridiandifferenz“: zeigt meine Sonnen- ** Uhr in dem nämlichen phyſiſchen Augenblicke 12 Mittags, zu welchem die Sonnen-Uhr eines andern Ortes erſt 11 Uhr Vormittags

bei Greenwich: Oeſtliche Länge von Ferro 17° 39′ 37″,
und weſtliche Länge von Paris . . . . . . 2° 20′ 23″,
welches, wie man ſieht, die 20° — — auch wieder bringt. — Der ſo hoch gehaltene Meridian von Ferro iſt alſo wirklich nichts als der verkappte Pariſer Meridian, und, mit Rückſicht auf die oben angegebene wahre Länge von Ferro, nur eine Fiction.

* Die deutſchen Geographen dagegen zählen, wie geſagt, allermeiſtens von Ferro, welche Verſchiedenheit ich, zur um ſo gewiſſeren Vermeidung von Irrthümern, hier nochmals hervorhebe.

* Ein wahrer Sonnentag kann (ſ. Gleichung der Zeit, S. 659.) von einem mittleren, an Dauer, höchſtens um (±) 30″ verſchieden ſeyn (woraus ſich die Geringfügigkeit dieſer Verſchiedenheit für zwei wahre Folgetage ergibt); und in dem nämlichen Verhältniſſe verändert ſich alſo auch nur die Geſchwindigkeit der Sonne von einem Mittage zum nächſten, ſo daß man, wie wir oben thun, die Bewegung dieſes Geſtirns während Einer Rückkehr zum Meridian, ohne merkliche Fehler, als „gleichförmig“ betrachten darf: die Sonne bewegt ſich am Abende eines Tages oder am folgenden Vormittage nicht merklich ſchneller oder langſamer als am vorhergehenden.

** Heißt die Zeitgleichung (vergl. wieder Gleichung der Zeit, S. 663) am Beobachtungstage (für welchen ich ſie unveränderlich annehme) t, ſo zeigt dagegen die aſtronomiſche Uhr am erſteren Orte (für deſſen Meridian) 12 ± t, und am andern 11 ± t, wodurch alſo in der Differenz Nichts geändert wird.

angibt, ſo liegt letzterer Ort in Zeit 1 Stunde, in „geographiſcher Länge“ 15° (weſtlich) von mir; unſere Meridiandifferenz beträgt 15°; — oder aber auch, um noch ein anderes Beiſpiel zu wählen, iſt in einem und demſelben Augenblicke die wahre (durch den Abſtand der Sonne vom Meridian bezeichnete) Zeit zu Leipzig ſchon 3 Uhr 50 Minuten Nachmittags, zu Paris hingegen erſt 3 U. 10′, alſo 40′ weniger, ſo kann dieſer Unterſchied nur daher rühren, daß Leipzig ſeinen Mittag (Meridian-Eintritt der Sonne), von wo an gezählt wird, 40 Minuten früher gehabt hat, und demnach in Zeit um dieſe 40 Minuten, in Länge um (die obigen) 10° öſtlicher liegt.

Es erhellt hieraus, daß ſich das ganze vorliegende Problem von der Beſtimmung der geographiſchen Länge auf die Forderung der Angabe des Unterſchiedes der wahren Zeit an verſchiedenen Orten im nämlichen phyſiſchen Moment, zurückführen läßt: man kennt die wahre Zeit eines Ortes, und fragt, welche wahre Zeit es in demſelben (phyſiſchen) Augenblicke an einem andern Orte iſt? der Unterſchied beider Zeiten in Grade verwandelt (1 Zeitminute für 15′ in Bogen, oder 4 Minuten für 1° gerechnet) lehrt, wie geſagt, die „Meridiandifferenz“ kennen. Dieſe Beſtimmung ſcheint auf den erſten Blick ſo leicht; aber die große Schwierigkeit liegt in der Auffindung eines Merkmales, woran ſich gleichzeitige Augenblicke an weit von einander gelegenen Orten der Erde erkennen laſſen. Setzen wir, um dieß nur erſt recht ſinnlich zu machen, zwei Beobachter an ſolchen Orten hätten ſich über die Zeit eines ſchicklichen Signals: einer Rakete, eines Blickfeuers oder ſonſt dergleichen, verabredet, ſo würden ſie dasſelbe natürlich Beide im verlangten gleichzeitigen Augenblicke des Erſcheinens wahrnehmen, und nun nur zugleich Jeder nach ſeiner, alſo für den Meridian auch ſeines Ortes richtig zeigenden Uhr ſehen, die reſpectiven Uhrzeiten notiren und ſodann vergleichen dürfen, wonächſt die Differenz der beiden Uhrzeiten in der erklärten Art, die „Meridiandifferenz“ gäbe. Bei den, wie geſagt, großen praktiſchen Schwierigkeiten dieſes Verfahrens in Behandlung der Aufgabe für weit von einander entfernte Puncte, worauf ich ſogleich ausführlicher zurückkomme, hat man zunächſt an eine unmittelbare Vergleichung der Uhren gedacht. Angenommen nämlich, daß beide Uhren ganz richtig gehen und den richtigen Gang unter allen Umſtänden conſerviren, ſo brauchte man, Behufs dieſer Vergleichung, nur die eine zu der andern zu transportiren, wobei alſo zugleich vorausgeſetzt wird, daß ſie transportabel ſind, und nicht gleich den Pendeluhren einen feſten Stand erfordern: lägen die beiden Meridiane dann in Länge z. B. 1 Stunde (15°) auseinander, und hätte die eine Uhr alſo in demſelben Augenblicke 12 Mittags gezeigt, in welchem die andere erſt 11 Vormittags war, ſo würden ſie auch fortwährend genau um dieſe 1 Stunde differiren, und alſo, bei'm Zuſammenhalten die „Meridiandifferenz“ gleich erkennen laſſen. Dergleichen (tragbare) Uhren, denen eine ſo große und beſtändige Genauigkeit, ſelbſt bei'm Transporte, beigemeſſen werden könnte, heißen bekanntlich Chronometer, in welchem Artikel, S. 184., ausführlich über (die erwähnte Nothwendigkeit, ſie hierbei an die Stelle der, wie geſagt, einen feſten Stand erfordernden Pendeluhren zu ſetzen, und) jene ihre Anwendung gehandelt wird, ſo daß ich mich hier mit der Hervorhebung des bloßen Princips um ſo mehr begnüge, als mich die Betrachtung der „Chronometer“ unter dem Geſichtspuncte von „See-Uhren“ unten ohnedieß darauf zurück führt. Allein man begreift, daß Uhren, d. h. doch alſo bloße mechaniſche, tauſend Zufälligkeiten unterworfene Werkzeuge, kein unbedingtes Vertrauen verdienen; und daher hat man denn ihrer Anwendung diejenigen, nun näher zu erörternden Methoden * Behufs der Erfindung der geographiſchen

* Oder vielmehr nur Eine Methode, da die verſchiedenen Verfahrungsarten dabei doch inſofern ſämmtlich in die nämliche Kategorie gehören, als ſie alle die Beobachtung gleichzeitiger Himmels- (alſo in hinreichender Höhe ſtatt findender) Phänomene erfordern.

Länge vorgezogen, welche ich oben durch das Beiſpiel einer Rakete als Zeitſignal bloß angedeutet habe. Für geringe Entfernungen taugen nämlich ſolche Signale * zwar allerdings vortrefflich: die Längendifferenz zwiſchen Greenwich und mehreren benachbarten Orten z. B. iſt dadurch überaus genau beſtimmt worden; aber weit ſieht man dieſelben natürlich nicht, indem man ihnen doch immer nur eine ſehr mäßige Höhe geben kann; — und man mußte alſo Phänomene („Phénomènes instantanés") aufſuchen, welche ſich in hinreichender Höhe ereignen, um aus den weiteſten Entfernungen gleichzeitig erblickt zu werden. Hierzu ſchien ſich nun nichts beſſer zu eignen als, die Beobachtung von Verfinſterungen des ſo hoch über unſern Häuptern ſchwebenden Mondes. Denn da dieſelben (ſ. Finſterniſſe, S. 474.) in einer wirklichen Lichtberaubung des in den Schattenkegel der Erde eintretenden Mondes beſtehen, und jede ihrer Phaſen alſo von allen Beobachtern (auf der ganzen Erdhälfte, welche den Mond dann nur eben über dem Horizonte hat) im nämlichen phyſiſchen Augenblicke wahrgenommen wird; ſo müßte ſich bei einem ſolchen Ereigniſſe auch die „Meridiandifferenz" ſehr vieler Orte (Puncte der Erdoberfläche) auf Einmal beſtimmen laſſen: der Anfang, das Ende einer Mondfinſterniß, die Berührung des Erdſchattens durch die verſchiedenen Mondflecken u. ſ. w. geben eben ſo viele gleichzeitige, wenn ich ſo ſagen darf, „Signale" ab, bei deren Eintritte (wie ſchon Ptolemäus vorſchreibt), die verſchiedenen Beobachter nun auch die ihren verſchiedenen Meridianen entſprechenden (wahren**) Zeiten zu bemerken hätten, um jene „Meridiandifferenz" danach ſogleich zu beurtheilen. Allein wie ſchön ſich dieſes aus dem theoretiſchen Geſichtspuncte darſtellt, ſo hat doch die praktiſche Anwendung ihre vielen Schwierigkeiten, indem einmal der Halbſchatten (vergl. d. A.) die Beobachtung der Berührungen ſehr unſicher macht, anderſeits aber Mondfinſterniſſe viel zu ſeltene Ereigniſſe ſind, um namentlich auf der See, wo man alle Augenblicke Längenbeſtimmungen braucht, zur Ermittlung der „Meereslänge", wie die geographiſche Länge dann in specie genannt wird, und worüber ich gleich beſonders handle, der Forderung zu entſprechen. Daſſelbe läßt ſich gegen die Anwendung der Sonnenfinſterniſſe (vergl. wieder Finſterniſſe, S. 512.), der Ein- und Austritte der Jupiterstrabanten in den Schatten ihres Planeten (ibid. S. 538.), der Durchgänge (ſ. d. A.) oder beſſer „Vorbeigänge" des Merkur und der Venus vor der Sonnenſcheibe, der Bedeckungen der Fixſterne durch den Mond (Band I. S. 107.), als ſolche „Himmelsſignale", ſagen: ſie ſind theils jener ihrer Seltenheit, theils der Schwierigkeit wegen, ſie vom ſchwankenden Schiffe aus ſtreng genug zu beobachten, angedeutetermaßen, wenigſtens zur Beſtimmung der:

Länge zur See, Meereslänge; Longitudo maris s. maritima; *Longitude en mer,* auf welche ich, wie geſagt, jetzt beſonders komme, ſämmtlich nicht hinreichend. Stellen wir uns, um nur erſt eine deutliche Einſicht von der ganzen, darum, gleich Eingangs, von mir ſo ſehr hervorgehobenen, Wichtigkeit des Problems der Erfindung dieſer „Länge zur See" (neben der Kalender-Rechnung wohl die bedeutendſte und gemeinnützigſte praktiſche Aufgabe der geſammten Aſtronomie *) zu bekommen, den Schiffer

* Ich habe in dem beſondern Art. Heliotrop auch von der Anwendung dieſes ſinnreichen Inſtruments zu dergleichen „Signalen" gehandelt; und man wird bei Vergleichung deſſelben Art. leicht überſehen, in wie weit es zu den hier betrachteten Längenbeſtimmungen dienen könnte; der Gebrauch iſt aber ebenfalls nur auf geringere Entfernungen (10 — 15 Meilen) eingeſchränkt.

** Vergl. wegen der Anwendung der aſtronomiſchen Uhren (der mittleren Zeit und der Zeitgleichung) dabei, die vorangehende dießfällſige Anmerkung.

* In der That muß die Erfindung der „Länge zur See" unter dieſem Geſichtspuncte betrachtet werden: auf dem Lande haben Längenbeſtimmungen zwar den angedeuteten offenbar geographiſchen Zweck, indem natürlich ohne ſie keinerlei Charten-

auf dem ſpurloſen, freien Ocean vor: er weiß noch ſchlechterdings nicht, wo er iſt; nur erſt durch Beſtimmung ſeiner augenblicklichen „Länge“ und Breite wird ihm der Punct, den ſein Schiff im offenen Meere eben einnimmt, bezeichnet, welchen Punct er ſodann eben wieder nach Länge und Breite, nur mit der in dieſer Art bezeichneten Charte oder mit dem Globus zu vergleichen braucht, um jetzt mit Einem Blicke zu ſehen, in der Nähe welcher Länder und wie weit davon er ſich befindet.

Könnte man ſich ganz auf die oben erwähnten Chronometer, auf welche ich, als „See-Uhren“ bevorwortetermaßen, jetzt zurück komme, verlaſſen, ſo wäre die Sache leicht: geſetzt man hätte, um ſie mit nunmehriger ſpecieller Beziehung auf das Verhältniß des Seemanns, nochmals zu betrachten, ein ſolches Inſtrument, von welchem man völlig gewiß ſeyn könnte, daß daſſelbe z. B. ſtets Greenwicher mittlere Zeit zeige; ſo hätte man dieſe „mittlere“ Zeit nur durch Hinzufügung der Zeitgleichung mit ihrem Zeichen für den betreffenden Tag, in wahre (Greenwicher) Zeit zu verwandeln, und dürfte ſodann ferner auf dem Schiffe nur noch durch eine Sonnenbeobachtung * die wahre Schiffszeit ermitteln, ſo hätte man die Zeit- und folglich auch die Meridian-Differenz zwiſchen Greenwich und dem Schiffe, d. h. die Länge dieſes letzteren, welche mit der beobachteten (geographiſchen) Breite (vergl. d. Anmerk. *) verbunden, den geſuchten Schiffsort gäbe.

Entwerfung möglich iſt; auf der See aber hängt das ganze Wohl und Weh des Schiffers davon ab.

* Auf dem feſten Lande, wo ein ſeinen Standpunct nicht verändernder Beobachter angenommen war, bedurfte es dieſer „Sonnenbeobachtung“ nicht erſt: die oben vorgeſchriebene unmittelbare Vergleichung der Uhren reichte hin, indem der Beobachter mit der für ſeinen Meridian richtig zeigenden Uhr auch in dieſem nämlichen Meridian verharrt. Das ſegelnde Schiff geräth dagegen ſtets in andere Meridiane, ſo daß eine dauernde Uebereinſtimmung der Schiffsuhr mit der Meridianzeit nicht Statt finden kann: gleichwie der Chronometer fortfährt, Greenwicher Zeit zu zeigen, ſo bleibt jede andere Schiffsuhr bei der Zeit desjenigen Meridians, für welchen ſie einmal geſtellt iſt. Man muß alſo, ſtatt ſolcher Schiffsuhr-Zeit, vielmehr die wahre Zeit nehmen, wie ſie aus dem Sonnen-Abſtande von dem Meridian folgt, in dem ſich das Schiff wirklich eben befindet. Zu dem Ende mißt man den Zenithabſtand der Sonne, und verbindet denſelben mit dem Complement der Breite (der geographiſchen, nämlich der des Schiffes; ich komme gleich zu ihr, und nehme ſie hier nur als ſchon gefunden an) und dem Complement der, für jeden Tag bekannten, Abweichung der Sonne zu einem ſphäriſchen Dreieck, deſſen Winkel am Pol (der Stundenwinkel) die wahre Schiffszeit gibt.

Leſer, welche ſich dieß nicht gleich verſinnlichen können, mögen nur Fig. 5. der Tafel I. (gegenwärtigen Bandes II.) vergleichen, in welcher (A a der Aequator), ZS der Zenithabſtand der Sonne, ZP das Complement der (geographiſchen) Breite, SP das Complement der Sonnen-Abweichung, und SPZ alſo den Stundenwinkel darſtellt (und welche ſich, da ich die Bögen durch gerade Linien ausdrücke, nicht anders zeichnen ließ).

* Um Alles in Einer Ueberſicht zu haben, erinnere man ſich daran, daß unter Breite (geographiſcher) der Abſtand (des Schiffes) vom Aequator verſtanden wird. Nun iſt die „Abweichung der Sonne“ (ihr Mittelpuncts-Abſtand vom Aequator) bekannt, zu welcher alſo nur die Zenith-Entfernung (des Mittelpuncts) dieſes Geſtirns im Meridian des Beobachters (ich nehme Sonne und Schiff auf der nämlichen Halbkugel an) addirt werden darf, wonächſt die Summe die geſuchte Breite bringt; — die Mittagslinie (der Meridian) des Schiffes iſt aber nach dem Compaß immer gleich zu finden. Braucht man (wie hinten) die „Breite“ bei einer nächtlichen Beobachtung, ſo wählt

Wegen dieſes ſo äußerſt großen Nutzens, welchen Chronometer (See-Uhren) beſonders alſo bei der Schifffahrt gewähren können, ſind denn auch die ungemeinen Anſtrengungen zur Vervollkommnung ſolcher Uhren gemacht worden, von welchen Bemühungen ich im ſchon citirten Art. *Chronometer* ausführlich handle. Inzwiſchen bleibt auch die beſte Uhr, wie geſagt, mancherlei Zufällen unterworfen; und nie wird man gern Leben und Wohl der Seefahrer ganz *allein* einem Inſtrumente anvertrauen wollen, bei welchem der geringſte, unbemerkt eingeſchlichene Fehler allmählig einen ſich anhäufenden großen Irrthum in der Zeit-Angabe (und alſo in der „*Längen*“beſtimmung, wovon doch die ganze Leitung des Schiffes und mithin ſeine Sicherheit abhängt) hervorbringen kann. *Aſtronomiſche Beobachtungen* behalten alſo den Vorzug: es kam, da die dießfalls ſchon oben bezeichneten Phänomene zu ſelten eintreten, nur noch darauf an, *häufiger vorkommende ſolche Ereigniſſe* auszuwählen; — und ſo iſt man denn endlich auf die Benützung der „*Monddiſtanzen*“ * gefallen, worunter man *Abſtände* des Mondes von der Sonne, oder von Planeten, oder von Fixſternen für beſtimmte Augenblicke verſteht, wie ſich dergleichen Abſtände, mit Ausnahme einiger weniger Tage um den (dann nicht ſichtbaren) Neumond, immer wahrnehmen laſſen. Bei der gegenwärtig hinreichend bekannten Theorie des Mondes, kann man nämlich den allaugenblicklichen Himmelsort dieſes Geſtirns zwiſchen den übrigen Geſtirnen, und alſo jenen ſeinen Abſtand von ihnen, für *jede Zeit eines beſtimmten Meridians* im voraus ſehr genau berechnen. Wir wollen annehmen, dieſe Berechnung ſey z. B. wieder für den Greenwich'er Meridian angeſtellt, und man beſäße Tafeln darüber; ſo erſähe man aus denſelben alſo, welchen Abſtand der Mond (ſein *Mittelpunct*. — Bei der nachherigen *Beobachtung* läßt ſich, wie ich gleich bevorworte, nur die *Rand*-Entfernung der Geſtirne [z. B. die Entfernung des nächſten *erleuchteten Mondrandes* von einem Fixſterne] durch unſere Methoden unmittelbar *meſſen*, weßhalb ſodann der ſcheinbare *Halbmeſſer* in Betracht zu nehmen iſt, um den Abſtand der Geſtirn-*Mittelpuncte*, auf welche ſich, wie wir unten näher ſehen werden, die ganze Rechnung bezieht, danach zu ermitteln) von irgend einem beſtimmten andern Geſtirne in dem Augenblicke, da in *Greenwich* ſo und ſo viel *wahre* Zeit iſt, haben muß. Beobachtete man dann vom *Schiffe* aus denſelben Abſtand, und vergliche (nach einer vorherigen alsbald zu erörternden Reduction) die *zugleich* Statt findende *wahre* „*Schiffs*-“ mit jener *wahren* „*Greenwich'er*“-Zeit, ſo gäbe die *Zeit*-Differenz, in der vorgeſchriebenen Art, ſogleich die geſuchte *Längen*-Differenz.

Dabei iſt aber, was die angedeutete Beziehung auf die Geſtirn-*Mittel*-

man ſtatt der Sonne, dann einen *Fixſtern von bekannter Abweichung*.

* Man könnte mir die Mitnahme *mehrerer* Chronometer auf den Seereiſen, wie dieß jetzt zu geſchehen pflegt, einwenden; allein die ſich dann zeigenden gegenſeitigen Differenzen vermehren wohl noch die Verlegenheit; — und die Vergleichung mit dem *Himmel*, worauf ich nun eben komme, als einer immer richtig zeigenden „Uhr“, bleibt doch das Sicherſte. „Jl serait imprudent“ ſagt der alte Seemann *de Roſſel*, in ſeiner, dem dritten Bande von *Biot's* „Astronomie“ (2. Aufl. Paris. 1811. 3 B. gr. 8. — es erſcheint jetzt eine 3. Aufl.) beigegebenen (vortrefflichen) „Astronomie nautique.“ S. 105. „il serait *imprudent* de se fier entièrement aux montres, et il est indispensablement nécessaire de comparer les longitudes obtenues par les montres à celles que l'on conclut des observations de „*distances de la lune au soleil ou aux étoiles*“, ces dernières devant *toujours* se trouver dans les limites d'une précision connue et étant par conséquent très-propres à faire connaître, si les montres ont conservé la même régularité dans leur marche, et si l'on peut se fier à elles, *sans compromettre la sûreté du vaisseau*.“

puncte und jene daraus folgende Reduction betrifft, wohl zu erwägen, daß (vergl. Geocentriſch, S. 598.) bei aller Geſtirn-Orts-Berechnung die räumliche Ausdehnung ſowohl dieſer Geſtirne, als der Erdkugel, von welcher aus ſie beobachtet werden, ganz unberückſichtiget bleibt: man hat es in dieſen Rechnungen nur mit den „Mittelpuncten" der Geſtirne gleichwie der Erde zu thun, in welchen Puncten man ſich ihre reſpect. Maſſen zuſammengedrängt vorſtellt; — und aus der obigen Berechnung weiß man demnach bloß, welchen Abſtand im gegebenen Augenblicke der Mondmittelpunct vom Geſtirne haben würde, wofern man dieſen Abſtand auch aus dem Mittelpuncte der Erdkugel und alſo, wie geſagt, ganz abgeſehen von der räumlichen Ausdehnung der letzteren, betrachten könnte.

Bei der wirklichen Beobachtung auf dem Schiffe dagegen, kommt dieſe räumliche Ausdehnung der Erdkugel gar ſehr zur Sprache: für dieſe Beobachtung iſt die Erde kein Punct, als wenn ſie in ihrem Mittelpuncte zuſammengedrängt wäre: — nach Maßgabe der verſchiedenen Stellung, welche man auf der Erd-Oberfläche einnimmt, erblickt man die Geſtirne vielmehr in einer ſehr verſchiedenen Höhe über ſeinem Horizonte; und die davon abhängigen Wirkungen der Parallaxe und Refraction*, von denen (vergl. beide A. A.) für den Erdmittelpunct keinerlei Rede iſt, afficiren die, alſo nur mit Rückſicht auf letzteren berechnete Geſtirndifferenz, und laſſen dieſelbe bald größer, bald kleiner erſcheinen. Unſere Frage nimmt alſo, wegen dieſer Mitbedingung, folgende beſtimmtere Geſtalt an: „Wie muß ſich eine, für den Erdmittelpunct und für wahre Greenwich'er Zeit berechnete Geſtirndiſtanz darſtellen, wenn ſie dagegen vom Schiffe aus, bei gewiſſen reſpectiven Höhen der betreffenden Geſtirne, wirklich beobachtet wird? — und umgekehrt: „Wenn die Beobachtung auf dem Schiffe, bei jenen Höhen der betrachteten Geſtirne über dem Horizonte, eine gewiſſe Geſtirndiſtanz ergibt, wie groß wird dieſe Diſtanz, nach der Reduction auf den Erdmittelpunct, noch bleiben (werden)?" Findet ſich dieſelbe, nach letzterer Reduction (und bei der gleichfalls angedeuteten Mitberückſichtigung der Geſtirnhalbmeſſer) gerade eben ſo groß als die für Greenwich berechnete Diſtanz, ſo bezieht ſie ſich auch auf den nämlichen (phyſiſchen) Augenblick: denn von Einem und demſelben (dem Erdmittel-) Puncte aus beobachtet, kann eine Diſtanz (ſich bewegender) Geſtirne (wie der Mond) verſchiedenen Beobachtern ſchlechterdings auch nur in Einem und demſelben Augenblicke ganz gleich groß* erſcheinen. Demgemäß erlangt man alſo durch dieſe Reduction die Beſtimmung, welche Zeit es eben in Greenwich war, als man ſeine eigene Diſtanz-Beobachtung dagegen nach Schiffszeit anſtellte; d. h. man erlangt die Zeit- und mithin die geſuchte „Längen-Differenz" zwiſchen Greenwich und dem Schiffe, und, in Verbindung mit der Breite (deren Erfindung, bei Tag wie bei Nacht, oben angedeutet iſt) die Kenntniß des Ortes (auf der offnen See), wo ſich das Schiff eben befindet**.

* Man könnte mich fragen, weßhalb ich von beiden Einflüſſen nicht ſchon oben bei Anwendung der Mondfinſterniſſe, als „Signalen zur Längenbeſtimmung", geſprochen habe; allein der ſich verfinſternde Mond verliert ſein Licht, angeführtermaßen, wirklich, und jede Phaſe der Finſterniß wird alſo, ohne Beeinträchtigung durch dieſe Einflüſſe, von allen verſchiedenen Beobachtern doch im verlangten nämlichen phyſiſchen Augenblicke geſehen.

* Stimmte die Schiffsbeobachtung und das, nach der obigen Reduction daraus folgende Schiffs-Rechnungsreſultat nicht gleich ſo „ganz" mit der Greenwich'er Rechnung, ſo hilft man ſich (vergl. hinten) durch Interpolation, deren Kunſtgriffe ich vorläufig als bekannt annehme.

** Die gelehrte Aſtronomie würde dasjenige, was ich oben bemühet geweſen bin, meinen Leſern, bei der wiederholt hervorgehobenen außerordentlichen Wichtigkeit des Gegenſtandes, auch ſehr deutlich zu machen, mit viel weniger

Es kommt hiernach darauf an, aus wirklich beobachteten (gemeßnen) Diſtanzen: Abſtänden der nächſten Ränder, namentlich des erleuchteten Mondrandes, vom Rande der Sonne (wenn beide Geſtirne zugleich wahrgenommen werden können) oder aber von einem Fixſterne, und den zugleich gemeßnen Höhen beider Geſtirne über dem Horizonte, rechnend die auf den Erdmittelpunct bezügliche entſprechende Diſtanz zwiſchen den Mittelpuncten* dieſer Geſtirne abzuleiten, welche, wenn ſie ſich in Uebereinſtimmung mit der für Greenwich berechneten Diſtanz findet (durch das erwähnte Interpolationsverfahren zum genaueſten Stimmen gebracht iſt), ein, wie ich mich oben ausgedrückt habe, „Signal“ abgibt, wodurch für Greenwich und für das Schiff der nämliche phyſiſche Moment bezeichnet wird, oder welche, für den beabſichtigten Zweck, doch deſſen Stelle vertritt.

Was ich bis hierher nur als Beiſpiel gebraucht habe, findet ſich nun durch den Engliſchen „*Nautical-Almanac*“ für den Greenwicher (gleichwie durch die Franzöſiſche „*Connaissance des tems*“ für den Pariſer) Meridian wirklich ausgeführt: in den vor mir liegenden Jahrgängen jenes Engliſchen „Schiffs-Kalenders“ iſt für jeden Monat und jeden Tag (mit Ausnahme der ſchon oben erwähnten Neumondstage) der, von drei zu drei Stunden* für den Mittelpunct der Erde berechnete, öſtliche oder weſtliche Abſtand des Mondmittelpunctes von (dem Mittelpuncte) der Sonne, und einiger der hellſten, im betreffenden Monate ſichtbaren Fixſterne (zuſammen zehn: Markab, der namenloſe helle vorn am Kopfe des Widders, Aldebaran, Pollux, Regulus, Spica, Antares, Atair, der ſüdliche an den Hörnern des Steinbocks, Fomahand), angegeben.

Die wirkliche Benützung dieſer Angaben der Schiffskalender, durch den Schiffer zur Erfindung ſeiner Länge, ſetzt aber alſo ſodann erſtens die vom Schiffe aus anzuſtellende Beobachtung der Monddiſtanz, und zweitens deren nachherige rechnende Reduction auf den Mittelpunct der Erde voraus. In der erſteren Abſicht mißt der Seemann meiſtens mit dem Hadley'ſchen Octanten (als dem beſten Schiffs-Winkelmeſſer, und von dem ich unter ſeinem bezeichnenderen Namen „Spiegel-Quadrant“ beſonders handle), bei Tag, den ſcheinbaren Abſtand (den Bogen des größten Kreiſes der ſcheinbaren Himmelskugel) zwiſchen dem erſcheinenden nächſten Mond- und Sonnenrande, oder, bei Nacht, zwiſchen dem erleuchteten Mondrande und

Worten, vielleicht folgendergeſtalt ausdrücken: „Wenn man mittelſt eines Winkelmeſſers den ſcheinbaren (d. h. von der Parallaxe und Refraction afficirten) Rand-Abſtand des Mondes von der Sonne, von einem Planeten, oder von einem Fixſterne mißt, ſo läßt ſich hieraus der wahre (von jenen beiden Einflüſſen befreite) Bogen-Abſtand der Mittelpuncte beider Geſtirne, wie derſelbe vom Mittelpuncte der Erde aus erſcheinen würde, berechnen. Man kann aber dergleichen geocentriſche Abſtände, mit Beziehung auf die Zeit eines beſtimmten Meridians, auch im Voraus angeben; und wenn man alſo jene Meſſung und Rechnung nach Schiffszeit ausführt, und dieſe Zeit, bei gefundener Abſtandsübereinſtimmung, mit letzterer Meridianzeit vergleicht: ſo erhält man die Zeit- und mithin die „Längen-“Differenz zwiſchen dem Schiffe und dem gewählten Meridian. Das hierauf begründete Verfahren heißt die Methode der Monddiſtanzen zur Erfindung der Meereslänge. — Die Leſer haben nun die Wahl.

* Die Meſſung, um es nochmals hervorzuheben, bezieht ſich auf die (nächſten) Ränder, die Rechnung auf die Mittelpuncte der Geſtirne.

* Während dieſer drei Stunden darf die Bewegung des Mondes als gleichförmig betrachtet werden, ſo daß man, wie ich oben, mit Verweiſung hierher, ſage, durch „Interpolation“, die Diſtanzen für jede Zwiſchenzeit finden, und alſo die „genaue“ Uebereinſtimmung mit dem, aus der Schiffsbeobachtung abgeleiteten Rechnungsreſultate bewirken kann.

demjenigen nächſten (am wenigſten abſtehenden) Fixſterne, welcher im Schiffskalender für den Tag der Beobachtung vorgeſchrieben iſt; zugleich läßt Er, wie ſchon vorn bevorwortet iſt, durch Gehülfen die Höhen des Mondes und Fixſterns (die Anwendung auf die Sonne iſt leicht gemacht) über dem (Meer-*) Horizonte nehmen. Solchergeſtalt erhält Er denn, zweitens, Behufs der nunmehrigen Reduction, einen durch jenen Abſtand und dieſe Complemente der beiden Höhen an ſeinem Zenith entſtehenden (ſphäriſchen) Triangel, in welchem alſo die drei Seiten bekannt ſind, und in welchem die Complemente der beiden, von den Einflüſſen der (vergl. wieder vorn) „Parallaxe“ und „Refraction“ afficirten Höhen, vermittelſt der hierfür vorhandenen Tafeln, nur corrigirt werden dürfen, um (vergl. nochmals vorn) bei Mitberückſichtigung des Mondhalbmeſſers **; aus der dritten Seite, nämlich dem vom Schiffe aus gemeßnen Abſtande, vielmehr den geſuchten, auf den Mittelpunct der Erde *** bezüglichen und demnach ſchließlich bloß noch mit der Angabe des Schiffskalenders zu vergleichenden (wahren) Abſtand der beiden Geſtirne zu erhalten. Die für dieſen Abſtand im Schiffskalender angeſetzte Zeit iſt ſodann die zugehörige Greenwicher wahre Zeit, welche, um es abermals und abermals hervorzuheben, zuſammengehalten mit der wahren Schiffszeit der Beobachtung, die Zeit- und damit die „Längen-“Differenz zwiſchen Greenwich und dem Schiffe, als die eigentliche Pointe der ganzen Unterſuchung, gewährt *.

* Von der „Depreſſion“ (Neigung dieſes Meerhorizonts) iſt dabei in der gleich folgenden Rechnung abgeſehen: ich handle darüber im gleichnamigen beſondern Artikel, gleichwie ſchon in Horizont, S. 788; und mochte hier durch Rückſichtnahme auf die bezügliche (geringe) Correction die ohnedieß ſchwierige Sache nicht noch mehr verwickeln.

** Unmittelbar meſſen läßt ſich nämlich, um es nochmals hervorzuheben, nur die Randdiſtanz; bei der nachherigen Rechnung muß man aber, ſtatt dieſer Randdiſtanz, den Abſtand der Mittelpuncte der betreffenden Geſtirne nehmen, um dieſe „ſcheinbare Entfernung“ auf die „wahre“, welche ſich, auseinandergeſetztermaßen, auch auf die Mittelpuncte bezieht, reduciren zu können.

*** Die Entkleidung der unmittelbar gemeßnen Diſtanzen von den, dieſelben afficirenden Einflüſſen der Parallaxe und Refraction iſt nämlich, wie die folgende Rechnung noch augenſcheinlicher zeigt, der eigentliche Sinn des Ausdruckes von „Reduction auf den Mittelpunct der Erde“: ohne dieſe Einflüſſe, welche für die Verſchiedenheit der Beobachtungsorte auf der Erdoberfläche ganz allein eine entſprechende Verſchiedenheit der Beobachtungsreſultate (der gemeßnen Geſtirn-Abſtände) veranlaſſen, würde jeder dieſer Beobachter im ſelbigen Momente auch die ſelbige Diſtanz meſſen, als wenn alle dieſe Beobachter aus demſelbigen Puncte (eben dem „Mittelpunct der Erde“) beobachteten. — Mit noch andern Worten: Ohne die Einflüſſe von Parallaxe und Refraction würden die Geſichtslinien von allen Puncten der Erdoberfläche nach den betrachteten Geſtirnen, unter ſich, und zugleich mit den aus dem Mittelpuncte der Erde dahin gedachten, parallel, und alſo auch alle von jenen Oberflächenpuncten ſowohl, als vom Mittelpuncte aus, gemeßnen Geſtirndiſtanzen einander gleich ſeyn, ſo daß es alſo wirklich nur der, wie ich oben ſage, Entkleidung der Diſtanzen von den ſie verſchieden afficirenden Einflüſſen der Parallaxe und Refraction bedarf, um ſie für gleiche Zeiten auch gleich groß zu finden.

* Seyen (Fig. 5. d. Tafel I. dieſes zweiten Bandes) M, S die, aus dem Mittelpuncte der Erde geſehenen Orte des Mondmittelpunctes (M) und des Fixſternes (S); ſo iſt alſo der Bogen MS die eigentlich geſuchte, als bekannt aber vorausgeſetzte, „wahre“ Diſtanz; — welche wird die zugehörige, von irgend einem Puncte der Erdoberfläche aus beobachtete ſcheinbare Diſtanz (der Mittelpuncte) ſeyn? (in dieſer Art kehre ich nämlich die Frage, zur Erleichterung um, und nenne die Vorſtellung-

Die erſte Idee dieſes ſinnreichen Verfahrens zur Beſtimmung der geographiſchen Länge (und zwar überhaupt: denn man ſieht leicht, daß daſſelbe auf dem feſten Lande, wo man ſich, auseinandergeſetztermaßen, nur anders zu helfen weiß, nicht weniger Anwendung findet) ſcheint ein Nürnberger Mathematiker Johann Werner gehabt zu haben: er entwickelt daſſelbe in ſeinen,

wohl zu merken, hier „Correctionen“ die zu dieſer Herleitung des „Scheinbaren“ aus dem „Wahren“ erforderlichen Aenderungen). Die der (vergl. oben) gemeßnen Höhe des Sterns entſprechende (durch die Höhe gegebene) Refraction hebt den Stern in ſeinem Vertical, von S nach s, und ändert jene wahre Diſtanz MS zunächſt in Ms um. Macht man Mk = MS, und zieht Sk (alſo ſenkrecht) auf Ms, ſo wird die daher rührende (erſte) „Correction“ (MS — Ms) = — ks = — Ss . sin sSk = Ss . cos sSM = Refraction des Sterns . cos sSM, und man hat demnach MS = Ms — ks = Ms + Refraction des Sterns . cos sSM.

Gleichergeſtalt hebt die Refraction den Monds- (mittelpunct) von M nach m, und bringt die durch jene „erſte Correction“ erzeugte Diſtanz Ms ſomit auf ms. Macht man, wie voranſtehend, sn = sM, und zieht in derſelben Weiſe Mn (alſo wieder ſenkrecht) auf sn, ſo wird die nun hieraus entſpringende (zweite) „Correction“ (Ms — ms) = mn = mM . sin mMn = mM . cos sMm = Refraction des Mondes . cos sMm; und man erhält demnach Ms = ms + mn = ms + Refraction des Mondes . cos sMm, und, wenn man dieſen letzteren Werth von Ms in den obigen Ausdrucke für MS ſubſtituirt, ſodann MS = ms + Refract. d. Sterns . cos sSM + Refr. d. Mondes . cos sMm. Dieß ſind die Einflüſſe der „Refraction“. — Die („Höhen-“) Parallaxe des Mondes (der Fixſtern hat bekanntlich keine Parallaxe) erniedriget dieſes Geſtirn dagegen in ſeinem Vertical, welche Erniedrigung durch mp als fernere „Correction“ ausgedrückt ſeyn ſoll; — und durch dieſe (dritte und letzte) „Correction“ wird die „wahre“ Diſtanz endlich in die ſcheinbare ps verwandelt, wie ſie ſich dem Beobachter wirklich darſtellt. Macht man aber hier nun sr = sm, und zieht die daher auf sp ſenkrechte mr, ſo wird dieſe letzte „Correction“ (ms — ps) = — pr = — pm . cos mpr = — Höhen-Parallaxe des Mondes . cos mpr: man erhält mithin ms = ps — pr = ps — Höhen-Parall. d. Mondes . cos mpr; und ſubſtituirt man jetzt dieſen Werth von ms in den obigen MS, ſo folgt MS = ps — Höhen-Parall. d. Mondes . cos mpr + Refr. d. Sterns . cos sSM + Refr. d. Mondes . cos sMm. Da nun ferner ſehr nahe (wäre der Triangel, ſtatt ſphäriſch, eben, ſogar genau). Winkel sSM = Winkel Zsp, nämlich = dem (aus den drei beobachteten Seiten des Triangels Zs, Zp, ps, abgeleiteten) Winkel am Sterne s, und eben ſo Winkel sMm = dem Winkel spZ = dem (eben ſo abgeleiteten) Winkel am Monde: ſo ergibt ſich denn die auf dieſem indirecten Wege geſuchte Relation zwiſchen wahrer und ſcheinbarer Diſtanz durch den Ausdruck: Wahre Diſtanz = MS = ſcheinbar. Diſtanz (ps) + Refract. d. Mondes . cos Winkel am Monde — Höhen-Parallaxe d. Mondes . cos Winkel am Monde + Refract. d. Sterns . cos Winkel am Sterne . = ſcheinbare Diſtanz + Refract. d. Sterns . cos Winkel am Sterne — (Höhen-Parallaxe — Refract. d. Mondes) . cos Winkel am Monde. Um dieſe Formel hiernächſt auch noch durch ein numeriſches Beiſpiel, welches ich bei'm Lalande („Astronomie.“ §. 3982.) antreffe, zu verificiren, nehme ich mit ihm an, man habe am 26ten Mai 1754, bei (ſchon ermittelter) ſüdlicher Breite = 35^{0} 28′, und zu der (ebenfalls ſchon ermittelten) wahren Zeit von 8^{h} 45′ 20″ Abends, den Abſtand des Regulus vom erleuchteten Mondrande beobachtet, und nach der Beziehung auf den Mondmittelpunct, die daraus folgende ſcheinbare Entfernung des letztern vom Sterne (das ps unſerer Figur) = 24^{0} 56′ gefunden, und wolle daraus alſo die wahre Entfernung (MS) herleiten. Die Höhe des Mondes war

1519 herausgekommenen „Anmerkungen über das erſte Buch von Ptolemäus Geographie“ * Peter Bienewitz (mit ſeinem lateiniſchen Namen Apianus), ein ſächſiſcher Aſtronom des 16ten Jahrhunderts, in ſeinem „Cosmographicus liber“ (mehrere Ausgaben beſonders Ingolſtadt. 1624. Fol.), unſer Kepler (in mehreren ſeiner Schriften) u. A. m. erwähnen dieſe Methode der geographiſchen Längenbeſtimmung ebenfalls; allein es fehlte damals zu ihrer praktiſchen Ausführung noch gleich ſehr an einer hinreichend genauen Kenntniß der Bewegung des Mondes, um ſeinen jederzeitigen Himmelsort unter den, ihrer Länge und Breite nach, auch nicht zuverläßig genug beſtimmten Fixſternen, anzugeben, als an guten Winkelmeßinſtrumenten, beſonders für den Schiffsgebrauch. Zum Theil halfen das Fixſtern-Verzeichniß (vergl. d. A. S. 573.) des (im nämlichen A. angeführten) Engliſchen Aſtronomen Flamſtead, und die vortreffliche Erfindung des Halley'ſchen Spiegel-Quadranten (deſſentwegen ich ſchon oben auf den gleichnamigen beſondern

= 5° 53′, des Sterns = 24° 55′, und der Zenithabſtand des erſteren (p Z) alſo = 84° 7′, des letzteren (s Z) = 65° 5′, welche beiden Seiten mit der obigen dritten (p s) von 24° 56′, den Triangel p s Z bilden, in welchem man aus dieſen drei bekannten Stücken den Winkel am Monde (Z p s) = 38° 28′, am Sterne (Z s p) = 136° 58′ berechnet. Hieraus ergibt ſich ſodann die Refractions-Correction, erſtens für den Stern = 1′ 32″, und zwar hier negativ, indem der Winkel am Sterne ſtumpf und ſein (vergl. d. obige Formel) Coſinus alſo auch negativ iſt; für den Mond zweitens wird dieſe Correction = + 7′ 3″. Die „Horizontal-Parallaxe des Mondes betrug zur Zeit der Beobachtung 58′ 2″; multiplicirt man ſie, zur vorherigen Verwandlung in die Höhen-Parallaxe, mit dem Coſinus der (obigen) ſcheinbaren Mondhöhe, und (vergl. wieder den obigen Formel-Ausdruck) mit dem Coſinus des Winkels am Monde, ſo findet ſich die daher rührende Correction = − 45′ 11″; und dieß iſt alſo die dritte (und letzte) der anzubringenden Correctionen. Demgemäß wird denn: die wahre Diſtanz = 24° 56′ (nämlich obige ſcheinbare) − 1′ 32″ + 7′ 3″ − 45′ 11″ = 24° 16′ 20″: ſo groß folgt ſie aus der, den 26ten Mai 1754, um 8^h 45′ 20″ Abends wahrer Schiffszeit angeſtellten Beobachtung und darnach ausgeführten Rechnung; — welche wahre Zeit war, ſelbigen Tages, unter dem Pariſer Meridian, als die für ihn geführte Rechnung die nämliche Diſtanz ergab? Die Tafeln für den Pariſer Meridian geben die, alſo ebenfalls auf den Mittelp. d. Erde bezogene, Diſtanz des Mondmittelpunctes vom Regulus für dieſen Tag, um 7 Uhr Abends = 24° 30′ 37″,
und 1 Stunde ſpäter (8
Uhr Abends) . . = 23° 56′ 39″,
ſo daß die Abnahme auf
dieſe 1 Stunde alſo betrug — 33′ 58″.

Hieraus folgt, Behufs der vorn erwähnten „Interpolation“, auf welche ich dieſes rechnende Beiſpiel gern auch gleich ausdehnen wollte, die Proportion;
33′ 58″ Diſtanz-Abnahme : 1 Stunde Zeit-Zunahme = (24° 30′ 37″ — 24° 16′ 20 =) 14′ 17″ : 25′ 14″,
welche der Pariſer Zeit der 7^h Abends
hinzugerechnet . . . . 7^h 25′ 14″,
als die wahre Zeit bringen, zu welcher für Paris die gleiche Monddiſtanz wie für das Schiff Statt hatte. Auf letzterem war es
aber damals ſchon . . 8^h 45′ 20″,
ſo daß ſich daſſelbe in Zeit 1^h 20′ 6″
öſtlich von dem Pariſer Meridian befand, und ſeine öſtliche „Länge“ von dieſem Meridian demnach (1 Stunde 15°, 1 Minute 15′, 1 Secunde 15″) 20° 1′ 30″ betrug, welche, mit Zuziehung der obigen ſüdlichen Breite von 35° 28′, den geographiſchen Schiffsort vollkommen beſtimmen, deſſen eigene Aufſuchung in dieſer Art nach „Länge“ und Breite, auf der Charte, als die kleinere Mühe, ich, nach dieſer meiner mühſamen Auseinanderſetzung des etwas verwickelten wahren Sachverhältniſſes, nunmehr den Leſern ſelbſt überlaſſe.

* Den eigentlichen Titel dieſes Werkes finde ich in meinen Notizen nicht.

Art. verwieſen habe), dieſem Mangel ab; und richtige Mondtafeln, anderntheils, lieferte endlich (vergl. unten) im Jahre 1755 (verbeſſert 1760, und nachmals öfter) der große und unermüdliche Göttinger Aſtronom Tobias Mayer * auch, ſo daß der Verwirklichung des ſchönen Gedankens alſo weitere Hinderniſſe nun nicht mehr im Wege ſtanden.

* **Tobias Mayer,** unter deſſen mannichfachen übrigen Verdienſten dieſe Bemühungen um die Mondstheorie Behufs der Erfindung der Meereslänge, doch eine ſo hohe Stelle einnehmen, daß ich die biographiſchen Notizen über den ausgezeichneten Gelehrten hierher verwieſen habe, erblickte das Licht der Welt im Jahre 1723 zu Marbach im Würtemberg'ſchen, wuchs in Dürftigkeit auf, und bildete ſich nur durch Privatfleiß zum außerordentlichen Mathematiker. Schon ſeine erſte öffentliche Leiſtung: „Allgemeine Methode zur Auflöſung geometriſcher Probleme." Eßlingen. 1744. 8. zog die Aufmerkſamkeit ſo ſehr auf Ihn, daß er in die Homann'ſche Officin nach Nürnberg gerufen wurde, wo Er ſich durch Verbeſſerung der Landcharten ein beſonderes Verdienſt erwarb. 1750 erhielt Er die Vocation als Profeſſor der Mathematik nach Göttingen. Um dieſe Zeit beſchäftigte eben unſer Problem der „Meereslänge", für deſſen Auflöſung, namentlich durch genauere Mondtafeln, das Engliſche Parlament einen Preis von bis 20000 Pfund Sterling ausgeſetzt hatte, die Aſtronomen. Mayer überwand alle Schwierigkeiten, und gab (vergl. oben) „**Tabulae motuum Solis et Lunae**" (ſpätere Ausgabe: London. 1770. 4.), welche ſeinen Namen unſterblich gemacht haben. Er ſtarb aber bereits 1762; und erſt ſeine Erben erhielten einen Theil des angeführten Preiſes, nämlich 3000 Pfund. — In Verbindung mit dieſen Tafeln ſteht die „**Theoria Lunae juxta Systema Newtonianum**" (auch: London. 1767. 4.); und aus den hinterlaſſenen Manuſcripten dieſes großen Mannes, welche auf dem Obſervatorium zu Göttingen verwahrt werden, hat Lichtenberg die ſchon öfter von uns citirten „**Opera inedita**" (Gött. 1774. Fol.) herausgegeben.

Aus dieſen Tafeln ließ ſich nämlich mit der erforderten hinreichenden Genauigkeit finden, wie weit abſtehend einem im Mittelpunct der Erde angenommenen Beobachter der Mondmittelpunct zu jeder London'er Zeit (nach welcher Mayer rechnet) von der Sonne (ihrem Mittelpuncte) oder den bekannteſten Fixſternen erſcheinen muß *. Der uns ſchon aus früheren A. A. bekannte Engliſche Hof-Aſtronom Maskelyne prüfte Mayer's Tafeln beſonders auf einer Reiſe nach St. Helena, indem Er (wie Er ſich in ſeinem „The british Mariner's Guide." London. 1767. 4. und nachher öfter, darüber ausdrückt, nach unſerer obigen Anweiſung) „zur See dergleichen Abſtände mit dem Hadley'ſchen Octanten maß, und dieſelben vermittelſt der zugleich gemeßnen Höhen des Monds und Sterns, ebenfalls auf den Mittelpunct der Erde reducirte, wonächſt ſich durch Vergleichung mit dieſen Tafeln alſo die London'er Zeit und aus deren Zuſammenhaltung mit der Zeit auf dem Schiffe (oder überhaupt an jedem andern beliebigen Orte) der Unterſchied der Längen ergeben mußte" (und demgemäß ſich alſo, bei Anwendung dieſer Methode an Orten von ſchon bekannter Länge, die Zuverläßigkeit der Tafeln beurtheilen ließ); er empfahl ſie, auf Grund dieſer Prüfung, hernach dringend, und hat ſie, angeführtermaßen, auch für den „Nautical Almanac" (der von Mayer angewendeten London'er-Greenwicher Zeit ſubſtituirend) benützt. Die Engliſche „Commiſſion der Meereslänge" trug aber ſchon 1766 Sorge dafür, die dabei nöthigen Reductionen und Rechnungen durch Hilfstabellen: „Tables for correcting the apparent distance of the moon and a star from *the effects of refraction and parallax*, published by onder of the Commissioners of Longitude" (London, Nourle; und Paris, Deſaint) für den gewöhnlichen Seemann zu erleichtern,

* D. h. alſo, um es, mit Bezug auf das Vorhergehende, nochmals einzuſchärfen, wie groß ſich dieſe Abſtände, nach „Entkleidung von den Einflüſſen der Parallaxe und Refraction" zeigen müſſen.

und daraus eine Art von bloßem Routine-Verfahren zu machen.

Außerdem haben ſich, bei der ſchon hervorgehobenen, aber auch ohnedieß in die Augen ſpringenden, unendlichen praktiſchen Wichtigkeit dieſer Aufgabe der Erfindung der „Meereslänge", eine Menge von Geometern: Euler, Borda, Legendre, Delambre u. ſ. w. um elegante Methoden der Auflöſung bemühet; das von mir eben angewendete Verfahren, welchem Lalande wegen ſeiner Einfachheit, wiewohl daſſelbe doch auch immer noch Rechnung genug fordert, einen Vorzug einräumt, rührt von dem uns mehrfach bekannt gewordenen franzöſiſchen Aſtronomen des vorigen Jahrhunderts, Lacaille her. In der ganzen heutigen Verfeinerung trägt die Behandlung unſeres Problems der vorn angeführte franzöſiſche Seemann de Roſſel in dem erwähnten „Traité de Navigation" vor, gleichwie ſich daſſelbe natürlich in allen Lehrbüchern der Schifffahrtskunde und Steuermannskunſt (vergl. beide A. A.) mehr oder weniger ausführlich behandelt findet. Eine eigene Schrift darüber beſitzt man von Reinke: „Anweiſung, aus beobachteten Diſtanzen des Mondes von der Sonne oder einem Fixſterne die geographiſche Länge zu finden." Hamburg. 1803. 8. Ueber ein graphiſches Verfahren, auf welches ich hier nicht weiter eingehe, verbreitet ſich hinreichend Bode (der verewigte Berliner Hofaſtronom): „Erläuterung der Sternkunde." 3te Aufl. Berlin. 1808. 2 B. 8. II. 435 flgd. Das vollſtändigſte „Verzeichniß geographiſcher Ortsbeſtimmungen" nach „Länge" und „Breite" aber endlich hat C. L. von Littrow (der wackre Sohn des viel citirten Wiener Aſtronomen) ganz kürzlich (1844) bei Schwickert in Leipzig (gr. 8.) erſcheinen laſſen.

Länge, heliocentriſche, ſ. **Heliocentriſch** und **Länge der Geſtirne.**

Länge, jovicentriſche, ſ. **Jovicentriſch.**

Länge, ſelenographiſche; Longitudo selenographica; *Longitude sélénographique.* Man bezeichnet mit dieſem Worte (wie auch ſchon deſſen bekannte Etymologie lehrt) daſſelbe für die Oberfläche des Mondes unſerer Erde, was für dieſe ſelbſt oben durch „geographiſche Länge" ausgedrückt worden iſt. Für den Mond (vergl. d. beſondern, ausführlichen A.) nämlich heißen, ganz wie für die Erdkugel, die Endpuncte der Rotationsaxe die Pole, und der von denſelben gleichweit abſtehende größte Kreis der (Mond-) Aequator; durch denjenigen Punct des letzteren aber, welcher (bei mittlerer Libration *) das Centrum der Mondſcheibe einnimmt, zieht man den erſten oder Haupt-Meridian (welcher alſo, in Betracht der nämlichen Willkühr, etwann Das abgeben würde, was — vergl. d. vorangehend. A. — für uns der Meridian von Ferro iſt), und entwirft hiernach in einer Mondcharte, welche man der teleſkopiſchen (den darzuſtellenden Gegenſtand — vergl. Fernrohr, S. 439. — umkehrenden) Anſicht gemäß darſtellen will, die öſtlichen Meridiane (ſtatt ſonſt links, vielmehr) rechts und die weſtlichen alſo links. Bis zum Mondrande werden demgemäß, von jenem Centrum an, auf jeder Seite,

* Der Mond wendet bei ſeinem Umlaufe um die Erde letzterer ſtets faſt genau dieſelbe Seite (Halbkugel) zu, dergeſtalt, daß uns dabei nur durch ein gewiſſes „Schwanken" („Libratio"), worüber ſich das Nähere in den A. A. Mond und Schwanken des Mondes findet, bald öſtlich, bald weſtlich, bald nördlich, bald ſüdlich, kleinere oder größere Randſtreifen, oder aber Flächenſtücke der (Mond-) Polarzonen von der abgekehrten (hintern) Seite (Halbkugel) zu Geſicht kommen. Mit dem obigen Ausdrucke „mittlere Libration" iſt nun eine ſolche Stellung der Mondkugel gemeint, in welcher ſie ſich, wenn keinerlei Schwankung Statt hätte, immer befinden würde, und welche alſo das Mittel zwiſchen den Extremen der Schwankungen hält; — und auf dieſe Stellung der Mondkugel ſoll demnach das Centrum der Kreisſcheibe, als welche ſie uns erſcheint, gleichwie der durch daſſelbe zu legende erſte Meridian, bezogen werden.

längs des Aequators oder ſeiner Parallelen, 90° der „Länge“ gezählt (nicht weiter, da uns – vergl. d. Anmerk. – die andere Mondhalbkugel ſtets abgewendet und alſo unſichtbar bleibt). Ein ſolcher (Mond-) „Längen“grad hält auf dem (Mond-) Aequator (von etwann 1440 Meilen Umfange) ſelbſt $\left(\frac{1440}{360}=\right)$ 4 = (ſtatt auf der ſoviel größeren Erdkugel bekanntlich 15 =) Meilen; der, ganz wie bei uns, auf dem (Mond-) Meridian zu zählende (Mond-) Breitengrad unterſcheidet ſich davon, wegen der faſt vollkommnen Kugelgeſtalt des Mondkörpers, nur unmerklich; – und dieß iſt alſo der Begriff der „ſelenographiſchen Länge“ (und „Breite“), ſo viel davon zur Wort-Erklärung hierher gehört. Das Weitere, wie geſagt, in den citirten A. A.

Landcharte; Mappa geographica, *Mappe géographique*. Man verſteht darunter die Darſtellung eines Theiles der Erd* oberfläche auf einer Ebene. Da aber der Erdkörper (vergl. Erde) eine Kugelgeſtalt beſitzt, ſo kann eine ſolche Darſtellung auf einer Ebene natürlich nie der wahren gegenſeitigen Lage der Puncte auf der Kugelfläche ganz vollkommen entſprechen; und die verſchiedenen Arten, Landcharten zu entwerfen, haben daher nur den Zweck, die Aehnlichkeit ſo weit als möglich zu treiben. In welcher Art die Aufgabe dieſer Entwerfung gelöst werden mag, ſo findet dabei (vergl. den in d. Anmerk. aufgeſtellten Geſichtspunct) doch immer ein gewiſſer aſtronomiſcher Bezug, namentlich auf die vorangehenden Betrachtungen über Länge (geographiſche, gleichwie über Breite) Statt, und ich werde alſo, wieviel auch der eigentlichen Geographie überlaſſen bleiben muß, hier doch in einiges Detail über „Landcharten“ einzugehen haben.

Am beſten werden ſich aber jene verſchiedenen Arten der „Landcharten“ in drei Abtheilungen bringen laſſen: 1. in ſolche, welche ſich auf ſehr kleine oder auch nur mäßig große Theile der Erdoberfläche beziehen; 2. in Darſtellungen (ganzer Welttheile, oder aber beſonders einer ganzen Halbkugel (Planiglobien); und 3. in diejenigen, welche, beſonders Behufs der Seefahrten, eine abweichende eigene Einrichtung haben müſſen.

Iſt alſo 1. und zuvörderſt von dergleichen kleineren Theilen der Erd- oder Meeresoberfläche die Rede, welche bloß einige Meilen oder wenige Grade faſſen, wie z. B. von einzelnen Provinzen, Landſchaften, Seen, Meerbuſen u. ſ. w., ſo läßt ſich das betreffende kleine Stück der Erd-Kugeloberfläche ohne merklichen Fehler als eine vollkommne Ebene betrachten und ganz ſo auf der Ebene der Charte (des Papiers) verzeichnen*. Dergleichen „Special-“ (oder, wie

* Nach dem bloßen Wortſinne würden dergleichen Abbildungen von den Oberflächen des Mondes, der Planeten, nicht weniger hierher gehören: unſere aſtronomiſchen Handbücher enthalten Abbildungen ſowohl des Mondes, als auch z. B. des Jupiter, Saturn u. ſ. w. in der Ebene ihres Papieres; auf Mond-Charten namentlich wird mich d. Art. Mond zurückführen. — Soweit hierbei aber von „Charten“ im aſtronomiſchen Sinne überhaupt die Rede iſt, verweiſe ich auch noch auf den beſondern Art. Stern- (Himmels-) Charten, gleichwie rückſichtlich der Charten-Entwerfung, auf den allen dieſen A. A. doch eigentlich immer verwandten Vortrag über Projectionen.

* Mayer (Profeſſor der Mathematik zu Göttingen, der jetzt verewigte Sohn des in den vorangehenden A. A. erwähnten großen Aſtronomen Tobias Mayer) in der „Praktiſchen Geometrie“ (3te Aufl. Götting. 1802. 4 B. kl. 8. ich komme hinten auf eine ſpätere Aufl. des vierten B., von dem mir eben nur eine zweite vorliegt, zurück) III. 368. zeigt beiſpielsweiſe, daß zwei auf der Erdkugel, alſo im Bogen eines größten Kreiſes, 80 Meilen von einander entfernte Orte auf einer ſolchen Charten-Ebene nur um 0, 11 Meilen weiter aus einander zu liegen kommen, welches, wenn man auf letzterer jene 80 Meilen = 2 Fuß ſetzt (80 : 288 = 0, 11 :) $^{3}/_{8}$ Linien (noch nicht den 800ten Theil der 2 Fuß) austrägt, und

man ſie, dieſer Beziehung wegen, nennt, „Plan-“ auch „Platt-“) Charten ſind leicht zu entwerfen. Man ſtellt nämlich, wie geſagt, ein ſolches kleines Kugelflächen-Stück (ſphäriſches Rechteck) als die vollkommne Ebene A B C D (Fig. 1. der Tafel II.) dar, welche von den zwei Parallelkreisbögen A B, C D, und den darauf ſenkrechten und daher unter ſich ebenfalls parallelen Meridianbögen A C, B D begrenzt iſt *: dieſe kleinen Bögen werden hier alſo zu geraden Linien, und ſchließen die ganze Charte als Seiten eines rechtwinkligen Vierecks ein. Sodann theilt man die Seiten A C, B D (die Meridian-Bögen) in gleiche, für Minuten eines größten Kreiſes anzunehmende Theile (in unſerer Figur faßt jede dieſer beiden Seiten 1 Grad [den Breitengrad 51° — 52°], und alſo 60 ſolcher Minutentheile), gibt den Theilen von A B und C D (der Parallelkreis-Bögen) diejenige Größe, welche den Minuten dieſer Parallelkreiſe unter den Breiten A und B zukommt, und welche durch die Formel: Grad (oder Minute) des Parallels = Grad (Minute) d. Merid. cos. Breite **, beſtimmt wird, trägt die Theile von alſo gefundener Größe (die Minuten des Parallels) aus dem Mittel F und E zu beiden Seiten fort, und zieht nun, wie die Figur am deutlichſten zeigt, von einem Ende der Charte zum andern, in gleichen Abſtänden von einander (im vorliegenden Falle von 10 zu 10 Meridian- und 20 zu 20 [der kleineren] Minuten des Grenz-Parallels *) fernere Parallele (horizontal)

alſo ganz unmerklich iſt. — Man kann hiernach ermeſſen, welche Freiheiten ſich die praktiſche Geographie bei ihrer Charten-Verzeichnung nehmen darf; ich komme gleich darauf zurück.

* Vergl. wegen ihrer reſpectiven Lage, in Bezug auf die Weltgegenden, hinten. Gleich hebe ich die, in Charten ſo kleiner Erdkugeloberflächen-Stücke zuläßige parallele Darſtellung der ſonſt convergirenden Meridiane hervor, auf welche Art der Darſtellung wir, freilich unter ſehr veränderten Bedingungen, ſpäter bei Betrachtung der Seecharten zurückgeführt werden.

** Die Parallelkreiſe nehmen vom Aequator nach den Polen hin, an Größe ab, wogegen die Meridiane ſtets gleich groß bleiben: jene enthalten alſo, bei derſelben Länge (in derſelben linearen Ausdehnung), mehr Bogen-Minuten als dieſe. Zieht man zum Endpuncte des Halbmeſſers eines Parallelkreiſes den Kugel- (Meridian-) Radius, und verbindet die Mittelpuncte dieſes Parallelkreiſes und der Kugel durch eine Gerade, ſo hat man im entſtehenden ebenen rechtwinkligen Dreiecke auf den erſten Blick 1 : cos Breite = Kugel-Radius: Halbmeſſer des Parallelkreiſes, oder, da ſich die Peripherien eben ſo verhalten 1 : cos Breite = Meridian : Parallelkreis,

$$1 : \cos \text{Breite} = \frac{\text{Meridian}}{360} : \frac{\text{Parallelkreis}}{360},$$

welches unſere obige Formel iſt, die ich alſo, auch ohne Hülfe einer Figur, hierdurch zur Anſchauung gebracht haben werde.

* Streng genommen ſollte, der eben vorgeſchriebnen Formel gemäß, in unſerm Falle jede Minute des Parallels A B (angegebene Breite von 51°) = 1 Meridianminute cos 51° = 1 . 0,6293204, und von C D (Breite 52°) = 1 . cos 52° = 0,6156615 ſeyn, eine Genauigkeit, welche offenbar nur bei einem außerordentlich großen Maßſtabe zu erreichen geweſen wäre, daher man die Theile auf A B den Theilen auf C D gleich nimmt. — Bezieht ſich die Charte auf Gegenden in der Nähe des Aequators, wo die Parallelkreiſe an linearer Größe wenig von den (dem letztern gleichen) Meridiane unterſchieden ſind, ſo kann man die Grade, Minuten u. ſ. w. auf ihnen beiden ſelbſt auch den Graden, Minuten des Meridians gleich ſetzen; dagegen iſt z. B. unter 60° Breite der Grad (die Minute) des Parallels (indem cos 60° = sin 30° = ½) nur noch halb ſo groß als im größten Kreiſe (nur ½ . 15 = 7½ Meilen); — und für das oben vorkommende Parallel von Leipzig (Breite 51° 19′ 41″) wird der Grad alſo = 15 . cos 51° 19′ 41″ = 15 . 0,6248604 = 9,372906 Meilen gefunden. Ich gebe dieß Zahlendetail, mit Bezug auf die voraufgehende Anmerk. beſonders auch deßwegen, damit ſich die Leſer ſelbſt ein noch näheres

und (darauf ſenkrechte) Meridiane, wodurch unſere Charte ihr gitterartiges Anſehen erhält, oder ſich, wie der Geograph ſagt, mit ihrem „Netze" („Roſte") von lauter gleichen Oblongen bedeckt findet. Sind jetzt die geograpiſchen Längen und Breiten (Benennungen, auf deren Urſprung ich unten zurückkomme) der auf derſelben einzutragenden Orte, z. B.

	Länge:	Breite:
für Leipzig	. 30° 0′ 0″	51° 19′ 41″,
für Wittenberg	30° 13′ 30″	51° 43′ 10″

bekannt, ſo zählt man jene Längen nach den (wie geſagt, gleich angenommenen) Theilen der Parallelkreiſe (AB und CD), die Breiten auf den Meridianen (AC und BD) ab, und zieht die (in der Figur punctirten) Verbindungslinien, deren Durchſchnittspuncte L und W die Stellen der Orte ſelbſt geben. Der gegenſeitige Abſtand L W der beiden Orte kann alsdann nach Theilen der Seite A C (oder B D), in welcher $^1/_{15}$ Grad (= 4 Minuten) 1 geographiſche Meile austrägt, gemeſſen werden; und wenn zugleich die Meilen-Entfernung und die bezügliche Weltgegend-Richtung eines dritten Ortes H von den beiden erſteren bekannt, wenn z. B. Halle von Leipzig $4^1/_2$, von Wittenberg $7^1/_2$ geographiſche Meilen gelegen iſt: ſo läßt ſich nun aus den damit gegebenen drei Seiten des Triangels L W H, der Winkel an W, und, mit Bezug auf jene Richtung, alſo die Stelle von H (Halle) auf der Charte angeben; — und man kann den Ort in das entſprechende „Fach des Gitters" (in die Maſche des „Netzes") eintragen (das entſprechende Fach beſtimmen), welche nähere Beſtimmung für die Praxis eine Hauptſache der ganzen Operation abgibt. Dabei kommt, was dieſe Weltgegenden betrifft, einer uralten Gewohnheit gemäß, wenn man die Charte gerade vor ſich hat, Norden oben, Süden unten, Oſten rechts, Weſten links zu ſtehen, aus welchem, oben, mit Verweiſung hierher, nur angedeuteten, Grunde die Charte eben nord- und ſüdwärts durch einen Parallelkreis-, oſt- und weſtwärts aber durch einen Meridian-Bogen begrenzt wird.

Dieß Verfahren reicht demnach bei Verzeichnung kleiner Erdoberflächen-Stücke vollkommen aus; auf größere ſolche Stücke hiernächſt aber, und wo der Einfluß der Kugelgeſtalt alſo merklicher wird, auf ganze Reiche z. B. auf Charten von ganz Deutſchland, Frankreich u. ſ. w. findet es natürlich keine weitere Anwendung; und man bedient ſich dann, zur Bewahrung der „Aehnlichkeit", anderer und ſehr verſchiedener Mittel. Worauf kommt es indeß, aller dieſer Verſchiedenartigkeit ohnerachtet, hierbei weſentlich doch ſtets wieder an? Man betrachte, zur Beantwortung dieſer Frage, eins oder das andere der oben genannten Länder auf der wirklichen Globuskugel, ſo wird man daſſelbe begreiflich immer zwiſchen zwei, ſeine äußerſten nördlichen und ſüdlichen Grenzpuncte berührenden Parallkreiſe, und zwei, eben ſo, öſtlich und weſtlich gezogene, ihrer Natur gemäß aber convergirende Meridiane eingeſchloſſen finden: das betreffende Land gibt alſo allemal ein in dieſer Art begrenztes Stück einer Kugel-"Zone" (eines zwiſchen zwei Parallelkreiſen enthaltenen Kugeloberflächen-Streifens) ab; es iſt (indem die Meridiane von allen Parallelkreiſen unter rechten Winkeln geſchnitten werden) ein ſphäriſches Rechteck (von kugliger Oberfläche); — und dieſes ſphäriſche Rechteck ſoll man nach unſerer Forderung, alſo möglichſt ähnlich auf der Ebene der Charte darſtellen. Das gewöhnliche Verfahren dabei iſt dasjenige, welchem im Allgemeinen (auf ſpecielle Modificationen komme ich unten) die Vorſtellung der coniſchen Abwicklung (Evolutio conica: *Développement conique*) zu Grunde liegt. Man betrachtet nämlich die gegebene „Kugel-Zone als eine Kegel-Zone, als Oberflächen-Streifen eines (vergl. hinten) zwiſchen den beiden Grenz-Parallelkreiſen enthaltenen oder auch den mittleren Parallelkreis berührenden*, abgekürzten Kegels,

Urtheil über den Unterſchied zwiſchen der Theorie und Praxis der Charten-Conſtruction bilden können.

* Puiſſant (Franzöſiſcher Geometer der Jetztzeit) „Traité de Topographie"

demgemäß bei „Abwicklung“ eines ſolchen (ganzen) Streifens (oder auch nur eines Stückes davon) eine Ebene kommt, in welcher ſich die Parallelen als concentriſche, aus der Spitze des (vollendeten) Kegels beſchriebene, und derſelben alſo ihre Concavität zukehrende Kreisbögen, die mit der Seite des Kegels zuſammenfallenden Meridiane aber als nach dieſer Spitze hin convergirende gerade Linien darſtellen*; — und in dieſer Art finden meine Leſer die Ihnen gewöhnlich vorkommenden Atlas-Charten eines oder des andern ganzen Landes, mit ihren augenſcheinlich convergirenden geradlinigen Meridianen und Parallelbögen, conſtruirt. Das allgemeine Princip dieſer Landcharten-Conſtruction iſt demnach, wie geſagt, die Vergleichung einer „Kugel-Zone“ mit einer ihr nahe gleichen „Kegel-Zone“, wobei aber, wie ich eben auch bevorwortet habe, noch mancherlei Modificationen angewendet werden können. So beſchreibt der Engliſche Geometer des vorigen Jahrhunderts Murdoch eine Methode*, bei welcher die Kegel-Zone, die Kugel-Zone, ſtatt ſie wie vorhin zu berühren, dergeſtalt (innerlich) ſchneidet (theils „in-, theils umſchrieben“ iſt, wie ich den Fall ſchon in der Anmerk. erwähne), daß beide an Flächen-Inhalte genau gleich werden, worüber ſich das Detail, welches mich hier zu weit führen würde, in dem ſchon oben citirten 4ten Bande von Mayer's „Praktiſche Geometrie“ (2. Aufl.) S. 304. flgd. findet. Bei der (ganzen oder „ſtück-“ weiſen) Ausbreitung dieſer oder jener Kegel-Zone in eine Ebene, d. h. alſo zur Charte, wird die letztere aber immer wieder durch ein, von den ſich mit den Parallelen rechtwinklich ſchneidenden Meridianen gebildetes „Netz“ bedeckt, deſſen einzelne Abtheilungen (Fächer), jedoch wegen der hier nun Statt findenden Convergenz dieſer Meridiane, nicht mehr wie bei der vorigen Entwerfung, Oblongen, ſondern vielmehr Trapeze werden (und zwar iſt ein ſolches Trapez ein ſogenanntes „Trapezium isosceles“, d. h. in welchem zwei Seiten parallel, und die beiden andern gleich ſind), deren beide parallele Seiten aus Kreisbögen beſtehen**, in welche Trapeze die Ein-

(2te Aufl. Paris, 1820. 4.) S. 99. „*Du développement conique*“: „Pour représenter sur un *plan* une *Zone sphérique* d'une pas trop grande largeur, on peut la considérer comme se confondant sensiblement avec la surface d'un *cône tronqué*. Alors dans le *développement* de cette surface, les *parallèles* deviennent des (arcs de) *cercles* décrits du Sommet du cône pris pour centre, et les *méridiens* sont des *droites* passant toutes par ce point. Ce cône peut être *tangent* à la zone sphérique que l'on considère, ou lui être *inscrit*, ou enfin lui être en partie *inscrit et circonscrit*“ (von welchen drei möglichen Fällen wir hier hauptſächlich den erſten, als den am gewöhnlichſten vorkommenden, den dritten aber nur mit Beziehung auf die oben ſogleich wenigſtens anzudeutende „Murdoch'ſche Methode“, betrachten).

* Man nehme, um ſich dieß noch auf andere Weiſe deutlich zu machen, eine, zwiſchen zwei, ſie nördlich und ſüdlich begrenzenden Parallelkreiſen enthaltene Globus- (Kugel-) Zone, ziehe durch ihre Mitte einen dritten Parallelkreis, und lege um dieſen, eine die Kugel-Zone alſo dort tangirende Kegel-Zone (einen, die Oberfläche des abgekürzten, der Kugel-Zone an Höhe gleichen, Kegels bildenden Streifen) und wickle dieſe Kegel-Zone hernach von der durch ſie tangirten Kugel-Zone ab; ſo wird man das oben angegebene Reſultat erhalten: jedes abgewickelte Parallel wird auf der Abwicklung ein Kreisbogen, deſſen Radius die bis an dieß Parallel genommene Seite des Kegels iſt.

* Die Leſer finden daher zuweilen auf ihren Charten „Nach Murdoch'ſcher Projection“, weßhalb ich dieſelbe im Texte eben auszeichne. — Eigentlich ſollte freilich auf jeder Charte das angewendete ſpecielle Zeichnungsverfahren ausdrücklich mit angegeben ſeyn, welches jedoch meiſtens nicht der Fall iſt, obwohl der bloße erſte Anblick wohl Zweifel darüber laſſen kann.

** In ſolche (gemiſchte, nämlich durch

tragung der verſchiedenen Orte, indeß übrigens ganz nach der vorherigen Art, ausgeführt wird. Begrenzt finden meine Leſer eine ſolche Charte eines ganzen Landes, gleichfalls wie in unſerer obigen Darſtellung (Fig. 2. der Tafel I.) einer bloßen Landſchaft, wieder rechts und links durch zwei, Behufs der Abzählung der, nach ihrer Länge und Breite einzutragenden Orte, in ihre Grade (Theile) getheilte, aber geradlinig dargeſtellte Meridian-, und oben und unten durch zwei auf letzteren ſenkrechte Parallelkreis-Bögen; und dieſe „Parallelkreis-Bögen“ ſind, auch wie in jenem erſteren Entwurfe, nach Maßgabe der, einem jeden von ihnen zugehörigen (geographiſchen) Breite, und mit Bezug auf jene Meridian-Theile, getheilt. Es iſt dabei nämlich wohl zu berückſichtigen, daß zwar bloß der, deßwegen vorn hervorgehobene, mittlere Parallelkreis der Kugel-Zone mit dem mittleren Kreiſe der ſie in demſelben tangirenden, umgeſchlungenen (enveloppirenden) Kegel-Zone genau zuſammenfällt, die ober- und unterhalb dieſes „mittleren“ Kreiſes fallenden Parallelen auf der Kegel-Zone aber die entſprechenden Parallelen auf der Kugel-Zone übertreffen, daß man jedoch nicht bedeutend irrt, wenn man auch die Parallelgrenzkreiſe der Kegel-Zone den Parallelgrenzkreiſen der Kugel-Zone gleich nimmt, und jeden von ihnen alſo zum Halbmeſſer den Coſinus ſeiner geographiſchen Breite gibt *. Nennt man demgemäß die geographiſche Breite desjenigen Parallels, welches die durch die Abwicklung (eines Stückes, eines „Trapezes“) der Kegel-Zone gebildete Charte unterwärts (ſüdlich) begrenzt, b, und des oberen (nördlichen) Grenz-Parallelkreiſes b + d, ſo kann man, ganz nach Art unſeres zuerſt angewendeten Verfahrens,

Grad jenes erſtern Parallels = Grad des Meridians . cos b,

und Grad des letzteren (des nördlichen) Parallels = Grad des Meridians . cos (b + d) ſetzen *; und das Maß, in

zwei parallele Kreisbögen [die Bögen der Parallelkreiſe] und die convergirenden geradlinigen Meridiane gebildete und daher nicht weniger rechtwinklige) „Trapeze“ verwandeln ſich demnach bei dieſer coniſchen Abwicklung die „ſphäriſchen Kugel-Rechtecke“; und da die Meridiane alſo auch ſenkrecht auf die Parallelkreiſe des Netzes zu ſtehen kommen: ſo fällt die Geſtalt des verzeichneten Landes hinreichend regelmäßig aus.

* Man muß hierbei ja ſorgfältig zwiſchen dieſen Halbmeſſern der Kugel-Parallelkreiſe ſelbſt, und den Halbmeſſern ihrer Abwicklung (développement) auf der Kegel-Zone unterſcheiden. Jene Parallelkreiſe auf der (Erd-) Kugel haben, wie oben gezeigt iſt, in der That die Coſinus ihrer reſp. geographiſchen Breite zu Halbmeſſern; bei der Abwicklung der Kegel-Zone aber werden die, jenen Parallelen entſprechenden Kreiſe auf ihr zu bloßen Bögen, deren Weite (Amplitudo; *Amplitude*) dem Umfang des ganzen abgewickelten Kreiſes gleich iſt, und welche, als ſolche, einem andern Kreiſe angehören, für den wir aber die bis zu ihm gerechnete Seite des (vollendeten) Kegels zum Halbmeſſer gefunden haben. So iſt z. B. der Halbmeſſer des mittleren Parallels ſelbſt (in welchem die Kegel-Zone alſo die Kugel-Zone tangirt) der Coſinus der geographiſchen Breite dieſes Parallels, der Halbmeſſer (des Kreiſes) der Abwicklung deſſelben (mittleren) Parallels aber, wie man bald findet, vielmehr die Cotangente der geographiſchen Breite, welche, gleich näher zu erwähnende, „Cotangente“ der bis zu dieſem Parallel genommenen Seite des Kegels gleich gefunden wird.

* Dieß heißt: Zeichnet man das „Netz“ eines abgekürzten Kegels, deſſen unterer Halbmeſſer = cos b, der obere = cos (b + d), ſo kann man daſſelbe (wenn d auch volle 10° beträgt), ohne merklichen Fehler, um (oder vielmehr an) eine Erdkugel-Zone legen (darauf beziehen), welche zwiſchen den beiden Parallelkreiſen von den reſp. geographiſchen Breiten b und b + d enthalten iſt. Der bekannte deutſche Mathematiker Käſtner („Geometr. Abhandlungen.“ Gött. 1791. 8. II. 40.) legt dieß Princip

welchem die Meridiane von den (größeren) Theilen des **unteren** Grenzſtreifs unſerer Charte ab, nach den (kleineren) Theilen des oberen hin **convergiren**, iſt damit vollkommen beſtimmt. In das „Netz“ (in die verſchiedenen Fächer, „Trapeze“) auch einer ſolchen Charte, mit ihren **convergirenden** Meridianen, laſſen ſich aber nun die betreffenden verſchiedenen Orte nach ihrer (geographiſchen) Länge und Breite ganz eben ſo, wie in unſeren erſten Entwurf (vergl. nochmals die Fig. 1. Tafel II.) mit ſeinen **parallelen** Meridianen und ſeinen oblongen Fächern, eintragen: die Vergleichung irgend einer unſerer gewöhnlichen Atlas-Charten unterſtützt das hier Angeführte durch den Augenſchein; und ich brauche daher nichts Weiteres über den Gegenſtand hinzuzufügen *.

Die bis hierher angeführten Zeichnungsmethoden gingen, wie geſagt, bloß von dem Geſichtspuncte aus, gegebene **Länder** (Landſchaften) der **Erdkugel** auf einer Ebene „Landcharte“ ſo abzubilden, daß die Aehnlichkeit, namentlich das Entfernungsverhältniß, möglichſt bewahrt werde. Für

der Conſtructjon ſogar der berühmten, über volle 10 Breitengrade (von 45° — 55°) ſich erſtreckenden „Mappa *critica* Germaniae“ des vorhin erwähnten Aſtronomen **Tobias Mayer** unter; und ich habe geglaubt, durch ſeine Darſtellung (zumal da ſie ſchon oben angewendet iſt) die Vorſtellung von der Sache zu begünſtigen. **Mayer** ſelbſt indeß (vergl. das ſchon citirte Werk des Sohnes, IV. 283.) nimmt bloß auf dem **mittelſten** Parallel (als deſſen Abwicklungs-Radius wir in der voraufgehenden Anmerk. die Cotang. d. betreffenden geograph. Breite ermittelt haben) die Grade in jenem wahren Verhältniſſe, und zieht von der **Spitze** des (vollendeten) Kegels die geradlinigen Meridiane (divergirend) durch die ſo entſtandenen Theilſtriche, dem zu Folge ſich ſchon dadurch alle weitere Theilung der Charte (**aller** ihrer Parallele und alſo auch des **oberſten** und **unterſten** Grenzparallels) von ſelbſt ergibt (und die Meridiane, wie ich bei Hinweiſung auf den eigenen Anblick und die Vergleichung unſerer Charten, eben ſo gern recht deutlich machen wollte, alſo umgekehrt von **unten** nach **oben** hin, in dem dieſergeſtalt beſtimmten nämlichen Maße **convergiren**). — Die wirkliche praktiſche Ausführung dürfte, wenn man auch nur Rückſicht auf die unvermeidlichen Ausdehnungen und Zuſammenziehungen des Papiers nimmt, indeß wenig weſentlichen Unterſchied zwiſchen ſolchen, nur in dieſer Art verſchiedenen „Landcharten“ bemerken laſſen. — Gleichwohl füge ich für Leſer, denen die obige Erklärung des Mayer'ſchen Verfahrens, bei ſeiner ſonſtigen, wenigſtens principiellen Präciſion und der damit verbundenen ſchönen Einfachheit, nicht ausführlich genug behandelt erſcheinen ſollte, noch Folgendes darüber hinzu.

Mayer zieht in der **Mitte** der Charte eine auf ihre untere Grenze (den geradlinig genommenen **ſüdlichſten** Parallelkreis) ſenkrechte, den **Meridian** dieſer **Mitte** vorſtellende Gerade, und beſtimmt auf derſelben den Punct der geograph. Breite ſeines **mittleren** Parallels. Mit der (demnach bekannten) **Cotangente** dieſer (gegebenen) geographiſchen Breite (bei Beziehung auf den Erdkugel-Radius = 1), als der bis zu dieſem mittleren Parallel gerechneten **Seite** des (vollendeten) Kegels beſchreibt Er durch ſelbigen Punct den **Abwicklungsbogen** des in Rede ſtehenden „**mittleren** Parallels“, und theilt nun weiter nichts als dieſen einzigen Bogen nach der obigen Formel: Grad deſſelben Parallels = Grad d. Meridians . cos Breite, wonächſt durch die wieder aus der **Spitze** des **Kegels** nach letzteren Theilſtrichen gezogenen Meridiane, wie ſchon gleich vorn bemerkt iſt, **alle** übrigen Parallelkreiſe zugleich mit getheilt werden. — Nach dieſer, ſämmtliche Bedingungen enthaltenden Vorſchrift, kann man ſich nun zur ſinnlichen Unterſtützung meines Vortrages, eine entſprechende Zeichnung leicht ſelbſt entwerfen; der Leſer gewinnt dabei, wenn Er **hier** letztere Bemühung allein übernimmt.

* Von der Anwendung der „**ſtereographiſchen Horizontal-Projection**“ zu Charten auch nur ſolcher mäßig großen Theile der Erdoberfläche iſt gleich unten die Rede.

2. ganze **Welttheile**, oder gar eine ganze **Halbkugel**, zu denen ich, unſerer Eintheilung gemäß, jetzt übergehe, taugen jene Methoden, ihrem beſchriebenen Verfahren gemäß, alſo offenbar nicht mehr, da die Schwierigkeit genauer Bewahrung der Aehnlichkeit und des Entfernungsverhältniſſes, natürlich in dem Maße zunimmt, als das abzubildende Erdkugel-Oberflächenſtück größer wird. Um indeß den angegebenen eigentlichen Zweck der Charten-Zeichnung, nämlich der ſo viel als möglich naturgemäßen Abbildung (anſchaulichen Darſtellung) auch ſolcher Stücke der Erd-Oberfläche zu erreichen, hat man perſpectiviſche Entwerfungsarten, „Projectionen“ * gewählt, indem man das Auge (vergl. unten, zunächſt) außerhalb der Erdkugel, in einer ſchicklichen Entfernung, z. B. in einer ſolchen annimmt, aus welcher eine ganze Halbkugel, als das größte auf Einmal überſichtliche Stück, auch alſo überſehen werden könnte. Wenn wir, um dieß durch einen allbekannten, beſtimmten Fall zu erläutern, die uns zugewendete Mondhalbkugel betrachten, ſo erſcheint ſie uns, aus ihrer Entfernung, als eine Scheibe: wir werden, in dieſer Entfernung, von der Kugelgeſtalt Nichts mehr gewahr; und ähnlichermaßen würde ſich (vergl. d. A. Finſterniſſe, S. 485.) die Erd-Halbkugel einem Beobachter in der Mond-Entfernung darſtellen: er würde dieſe Halbkugel als eine Kreisſcheibe erblicken, gleichſam, als wenn dieſelbe auf einer ebenen Tafel vollkommen platt gedrückt wäre. Wir wollen uns demgemäß, Fig. 2. unſerer Kupfertafel II., das Auge 0 ſenkrecht und ſo hoch über der Erd-Halbkugel A C B vorſtellen, daß die (in der Figur punctirt angedeuteten) Geſichtslinien aus den verſchiedenen Halbkugelpuncten ſämmtlich (wie ſie ſich auch in dieſer Art gezeichnet finden) für parallel unter einander anzunehmen ſind; ſo wird A B der Durchmeſſer der Kreisſcheibe, zu welcher die Erd-Halbkugel (ganz nach dem obigen Mond-Halbkugel-Beiſpiele) „abgeplattet“ erſchiene. Soll alſo nach dieſer Weiſe eine Erd-Halbkugel auf einer Ebene, einer Tafel, welche man, da es ſich, unſerer Wort-Erklärung gemäß, hier um eine „Projection“ handelt, die „Projectionsebene“, „Projectionstafel“ nennt, entworfen werden; ſo hat man, und zwar ganz offenbar, nur durch den Grenzkreis der Halbkugel eine ſolche Tafel zu legen, und von jedem Halbkugel-Oberflächenpuncte eine Senkrechte auf die Tafel herabzulaſſen, durch welche der entſprechende Punct auf letzterer bezeichnet wird: man erhält dann eine „ebene“ Charte (Planisphaerium, Planiglobium; *Planiglobe* *) der Halbkugel. Eine ſolche Projection heißt, ihrer dieſerartigen Entſtehung durch gerade (ὀρθός) Linien ** wegen, eine „orthographiſche“; und ihr Entwerfungs-Princip iſt leicht einzuſehen. Die Grade erſcheinen in deſſen Gemäßheit nämlich auf der Projections- (Charten-) Ebene von c aus genommen, da (werden dahin gezeichnet), wo (vergl. unten), mit Beibehaltung derſelben Richtung, die Sinus ihres Bogen-Abſtandes von C hinfallen (z. B. der Kugel-Oberflächenpunct r liegt von C um den Bogen C r, ſein Projectionspunct k von c um c k = sin C r ab; mit andern Worten): der Bogen C r z. B. hat zum Sinus augenſcheinlich r n, welcher auf der Charte dem Abſtande k c des Punctes k von c gleich iſt; und der bloße Anblick der Figur zeigt

* Der Ausdruck iſt zwar ſchon oben angewendet worden: ich habe z. B. von der Murdoch'ſchen „Projection“ geſprochen; eigentlich aber bedingt die „Projection“ (wie wir in dieſem beſondern Art. auch noch näher ſehen werden) einen beſtimmten Standpunct des Beobachters, und jene Anwendung, obwohl gebräuchlich, iſt alſo doch nicht vollkommen zuläßig.

* Der Ausdruck „Mappemondes“ wird dagegen gewöhnlich nur von ſolchen Charten gebraucht, welche beide Halbkugeln auf Einem und demſelben Blatte darſtellen.

** Eigentlich nur vorzugsweiſe: denn der Charakter der Entwerfung durch „gerade“ von jedem Puncte der zu projectirenden Kugelfläche auf die Projections-Ebene gezogene Linien, iſt ihr mit der gleich folgenden ſtereographiſchen Projection gemein.

dabei, daß demgemäß zwar die zunächſt um C gelegenen Grade (Bögen), wegen ihres noch nicht zu großen Unterſchiedes von den ihren Entwurf abgebenden Sinus (geraden Linien), eine gewiſſe Aehnlichkeit bewahren, daß aber die Randgrade nach A und B hin in der Projection äußerſt klein ausfallen und alſo ſehr undeutlich werden, welches den, dieſe Art von perſpectiviſcher Entwerfung treffenden Hauptvorwurf ausmacht.

Iſt inzwiſchen C ein Pol der Erdkugel, ſo erſcheint auf einer ſolchen „orthographiſch“ gezeichneten Charte (die Leſer finden dergleichen noch ſehr häufig in ihren zumal ältern Atlaſſen) von der einen oder der andern Halbkugel, dieſer Pol im Mittelpuncte (c), und der (Grenz-) Kreis des Aequators am Umfange; die Parallele des letzteren werden aus c concentriſch beſchriebene Kreiſe, deren Abſtand von c ſich nach dem Coſinus der geographiſchen Breite richtet*; die Meridiane aber ſtellen ſich als gerade Linien dar, welche nach C convergiren und an dieſem „Projectionspuncte“ die nämlichen Winkel wie die wirklichen Meridiane am Pole einſchließen. — Die Anwendung hiervon auf andere Fälle, z. B. wenn der Punct C im Aequator angenommen wird, iſt leicht gemacht; und ich halte mich bei dieſer Art von Projection überhaupt nicht länger auf, da man ihr, des angeführten Nachtheiles wegen, großentheils die ſchon oben erwähnte „ſtereographiſche Horizontal-** Projection“ vorzieht, welche, wie wir gleich näher ſehen werden, zwar auch nichts Vollkommenes leiſtet, aber doch wenigſtens eine mehrere Aehnlichkeit zwiſchen ihren Darſtellungen und den zu projicirenden Erdkugel-Oberflächen-Theilen erreicht. Bei derſelben denkt man ſich nämlich, wenn zunächſt wieder von Darſtellung einer ganzen Halbkugel A C B (Fig. 3. der Tafel II.) die Rede iſt, das Auge im Nadir (n; alſo doch auch außerhalb wenigſtens der zu zeichnenden Halbkugel), welcher Punct, wofern man z. B. die Nordhalbkugel meinte, alſo der Südpol würde. Der Aequator B A gibt dann zugleich den wahren (vergl. d. Anmerk.) „Horizont“ für den Nordpol ab; und ſeine Ebene wird die „Projectionsebene“ (welche man ſich durchſichtig denken kann), und auf welcher die, von den Oberflächen-Puncten H, I, K, L u. ſ. w. der zu „projicirenden“ Halbkugel zum Auge in N laufenden Geſichtslinien H N, I N u. ſ. w., bei'm Durchgange, die entſprechenden Puncte h, i, k, l u. ſ. w. bezeichnen. Die Grade nehmen bei dieſer „ſtereographiſchen Horizontal-Projection“, auf B A vom Mittelpuncte c aus, nach den Rändern hin zu*, und zwar im Verhältniſſe der Tangenten der halben Winkel oder Bögen, welche ſich auf dieſe Puncte beziehen: der Bogen C P z. B. wird in der Projection erſichtlich durch c p ausgedrückt; c p iſt aber (für N c als Radius) die Tangente von c N p = C N P, welcher letztere Winkel, als an der Peripherie liegend, der Hälfte des mit ihm auf demſelben Bogen C P ſtehenden Winkels C c P am Centrum

* Die geograph. Breite des Erdoberflächen-Punctes r iſt z. B. B r, davon der Coſinus (der Sinus des Abſtandes vom Pole C) r n = c k den Halbmeſſer des Parallels jenes Punctes abgibt. Je näher nach B hin, um ſo größer werden daher dieſe Halbmeſſer (Coſinus) in der Projection; und für den Reſt der zu projicirenden Halbkugel bleibt alſo nur der immer mehr ſchwindende Sinus verſus (was der Coſinus vom Radius läßt), welcher Umſtand eben den oben angeführten Mangel der „orthographiſchen Projection“ veranlaßt.

** „ſtereographiſch“, weil ſich die Darſtellung auf etwas Körperliches (ϛερεος), nämlich auf den Erdkörper (wenigſtens auf deſſen Oberfläche), und „horizontal“, weil ſie ſich, wie wir gleich näher ſehen werden, auf den Horizont bezieht.

* Statt daß ſie natürlich immer gleich unter ſich bleiben ſollten. Bei der orthographiſchen Projection hatten wir dagegen eine Abnahme der Größe der Grade nach dem Rande hin nachgewieſen, ſo daß ſich der Nachtheil der ſtereographiſchen Projection, auf welchen ich hier zurückkommen wollte, alſo als die Umkehrung des obigen Fehlers darſtellt, nur daß er, bevorworteter maßen, weniger auffallend wird.

gleich iſt; — und nach dieſer Vorſchrift hat man alſo den Ort der, jedem Puncte der „ſtereographiſch“ zu projicirenden Halbkugel-Oberfläche auf der Projections-Ebene (der Charte) zu beſtimmen *.

Dieſe Projectionsmethode der Halbkugel wird, bevorwortetermaßen, von den Geographen, namentlich des vorigen Jahrhundertes, häufig auch auf Charten eines oder des andern Welttheiles, oder auch einzelner Länder angewendet (für welche letztere ſie jetzt durch die oben beſchriebene „coniſche Abwicklung“ meiſtens verdrängt iſt): man ſtellt ſich dann das Mittel des zu verzeichnenden Landes (des von dieſem Lande eingenommenen Erdkugel-Oberflächenſtückes) gleichſam als den Pol im vorigen Falle vor, zieht von dort einen Erddurchmeſſer, deſſen unterſter Punct wieder das Auge des Zeichners einnimmt, und ſetzt auf dieſen Durchmeſſer, durch das Centrum der Erdkugel, ſenkrecht einen größten Kreis („wahren“ Horizont * des Mittels), welcher auch wieder die „Projectionsebene“ (Charte) bildet; — nennt man hiernächſt den Radius jenes Horizonts (der Charte), ſtatt, wie vorhin, 1, vielmehr r (gibt man ihm einen andern Werth als die Einheit, z. B. mehrere Fuß, ſtatt des obigen Einen Fußes), ſo wird der Abſtand d des Projectionspunctes eines vom Mittel des Landes (alſo auf der Kugel) um den Bogen a entfernten (Kugel-Oberflächen-) Punctes, von dem Mittelpuncte der Charte (ſonſt wie vorhin) durch die Gleichung $d = r . \mathrm{tang}\ {}^1/_2\ a$ ** gefunden, aus welchem einzigen Satze die Regeln der Verzeichnung auch für dieſen Fall herfließen. Aeltere Atlaſſe enthalten, wie ich gleich noch mit bevorworte, oft dergleichen „ſtereographiſche“ Charten von einzelnen Ländern oder auch in der vorn angegebenen Art von Halbkugeln, Welttheilen, mit der Bezeichnung „Nach Haſe'ſcher Projection“, weil das ſtereo-

* Dieß heißt, um der Vorſchrift auch gleich den beſtimmteſten Begriff hinzuzufügen: Wenn man den auf der Erdkugel-Oberfläche, vom Pole C um den Meridian-Bogen CP (den Winkel CcP) abſtehenden Punkt P ſtereographiſch-richtig „projiciren“ (in die Charte tragen) will; ſo legt man an den Mittelpunct c der Projections- (Kreis-) Ebene (Charte), in derſelben (Meridian-) Richtung (und für den Radius der Charte = 1, z. B. = 1 Fuß) den einen Endpunct der Tangente von ½ CP (des halben Winkels CcP, wie die trigonometr. Tafeln dieſe Tangente für den Radius = 1 geben): der andere Endpunct der Tangente bezeichnet dann den Projections- (den Charten-) Punct p des Kugeloberflächen-Punctes P. Der von C um 90° abſtehende Kugel-Punct A z. B. muß, in der Charte, offenbar mit dem Endpuncte ihres Radius zuſammenfallen; $\mathrm{tang}\ \frac{90^0}{2}$ d. h. $\mathrm{tang}\ 45^0$ iſt aber bekanntlich wirklich = Radius.

In der vorangehenden „orthographiſchen Projection“ dagegen, welche ich in dieſer Art der ſtereographiſchen gleich gegenüber ſtellen kann, leiſtete der Sinus des ganzen Bogens das, was hier die Tangente des halben Bogens bewirkt; man hat aber auch in der That $\sin 90^0 = \mathrm{tang}\ \frac{90^0}{2}$.

* Der „wahre Horizont“ iſt alſo bei allen Anwendungen dieſer Projection die „Projectionsebene“, weßhalb eben vorn der Ausdruck „ſtereographiſche Horizontal Projection“ allgemein gebraucht worden iſt. Indeß ſagt man auch noch beſonders Polar-Projection, wenn, wie im Texte, von der nördlichen oder ſüdlichen Halbkugel die Rede iſt, Aequatoreal-Projection bei der Anwendung auf die ſogenannte „Alte Welt“ im Gegenſatze von Amerika („Neue Welt“), und (ſtereographiſche) Horizontal-Projection (im engeren Sinne), wofern es ſich dabei nur um ein einzelnes Land (Reich) handelt.

** Man hat nämlich im eben benützten Triangel cNp (Fig. 3. der Tafel II.) CN (oder CA) : 1 = cp : (Tafel-) tang cNp (d. i. tang ½ CP), oder nach unſrer obigen Bezeichnung, $r : 1 = d : \mathrm{tang}\ {}^1/_2\ a$, welche Proportion dieſe Gleichung gewährt.

graph. Verfahren nämlich, wie wir unten noch näher ſehen werden, vorzüglich auf Empfehlung des Wittenberg'er Profeſſors Haſe in Gebrauch gekommen war. Iſt auf einer ſolchen Charte C der Nord- oder Süd-Pol (iſt ſie — vergl. d. Anmerk. — alſo eine „polare"), ſo erſcheint derſelbe im Mittelpuncte, die Meridiane werden in ihm zuſammenlaufende (dahin „convergirende") gerade Linien *, der Aequator bildet den Kreisumfang der Charte (Projectionsebene), und ſeine Parallele liegen als concentriſche Kreiſe um den Pol (alſo ſonſt wie in der orthographiſchen Projection, nur daß bei dieſer die Sinus der ganzen, und hier dagegen die Tangenten der halben Bögen die Halbmeſſer der projicirten Parallelen abgeben). Iſt C dagegen ein zwiſchen dem Pol und dem Aequator, oder in dem letzteren liegender Punct (und die Charte alſo — vergl. wieder d. Anmerk. — eine „horizontale" oder „äquatoreale") ſo geſtalten ſich die (Kreiſe der) Meridiane ſowohl als die Parallelen auch in der Projection ſämmtlich wieder zu Kreis ** bögen, wodurch ihr Entwurf und die Eintragung der betreffenden Orte nach Länge und Breite natürlich ſehr erleichtert wird, gleichwie eine andere ſchöne Eigenſchaft dieſer Projectionsart darin beſteht, daß ſich bei ihr jene Kreisbögen (oder überhaupt die Meridiane und Parallelen), eben ſowohl wie auf der Kugel-Oberfläche ſelbſt, auch unter rechten Winkeln durchſchneiden. Dagegen erweitern ſich, bevorwortetermaßen, in allen Fällen (dem „polaren, dem „äquatorealen" und dem „horizontalen" der ſtereographiſchen Charten-Entfernung) die vorgeſtellten Länder nach den Rändern der Charte hin in dem nachgewieſenen Verhältniſſe *, welcher Umſtand ſolchen Charten ein, ſchon beim erſten Blicke auffallendes, etwas verzerrtes Anſehen gibt und auch ihren Gebrauch einſchränkt, womit indeß ihr Vorzug vor der, wie geſagt, am größeren entgegengeſetzten Fehler leidenden orthographiſchen Projection nicht in Abrede geſtellt werden ſoll.

Bei ſämmtlichen bis hierher beſchriebenen „Landcharten" **, mit einziger Ausnahme des erſten, nachgewieſenermaßen, überhaupt auf ſehr kleine Landſchaften, Meerestheile u. ſ. w. einge-

* Ich mache auf dieſe, alſo bei den „Projectionen," gleichwie bei der „coniſchen Abwicklung" entſtehende „Convergenz" der Meridiane, des bald Folgenden über Seecharten wegen, beſonders aufmerkſam.

** Bei der orthographiſchen Projection dagegen ſtellen ſich, in dieſen beiden Fällen, wie man leicht einſieht, die Meridiane (im erſteren auch die Parallelen) als Ellipſen dar. Der bedeutende Vorzug der „ſtereographiſchen" Projection vor jener (und ihre merkwürdigſte Eigenſchaft) beſteht (vergl. Projection) überhaupt darin, daß bei ihr jeder nicht durch das Auge gehende und ſich dadurch zur geraden Linie geſtaltende Kugelkreis auch wieder in einen Kreis projicirt wird.

* Nämlich wie die Tangenten der halben Bögen. Damit die ſtereographiſch gezeichnete Charte in ihren Dimenſionen, nach dem Rande hin, dem projicirten Stücke der Kugeloberfläche gleichmäßig entſpräche, müßten die Tangenten wachſen wie die Bögen: die Tangente des Bogens von $^{45}/_{2} = 22^{1}/_{2}{}^{0}$ z. B. müßte auch gerade der Hälfte der Tangente des Bogens von 45^{0}, welche wir oben $= 1$ gefunden haben, d. h. ſie müßte $= 0{,}5$ ſeyn, wogegen ſie die Tafeln nur $= 0{,}41$ geben. Die Halbmeſſer der Parallelen in der Projection wachſen demnach zum Rande hin unverhältnißmäßig; und die zugehörigen Kreisflächen (die durch ſie repräſentirten Landſtriche) werden mehr und mehr zu groß, daher eben das auseinander-gezogene, „verzerrte" Anſehn einer ſolchen Charte rührt, von welchem ich im Texte ſpreche.

** Ich bevorworte, mich hier auf die beſchriebenen Zeichnungs-Methoden einzuſchränken, und das weitere Detail, namentlich über die vom Franzöſiſchen Mathematiker Bonne angegebenen ſolchen Charten, auf welchen die Meridiane nicht alle geradlinig ſind, wie ich mir auch gleich Eingangs dieſes Artikels ausbedungen habe, der eigentlichen Geographie, wohin es beſtimmter gehört, zu überlaſſen.

ſchränkten Entwurfes, erſcheinen die Meridiane, wie ſie dieß in der Wirklichkeit ſind, convergirend nach den Polen; und ich habe dieſe Convergenz und jene Einſchränkung des, für die Zeichnung anzuwendenden Parallelismus auf kleine Meridianbögen, deßhalb ſo ſehr hervorgehoben, weil die. nach unſerer Eintheilung nun letztlich kommenden und mit 3. bezeichneten Seecharten, eben deßwegen die oben angedeutete abweichende Einrichtung erhalten müſſen.

Um von dieſer Sache nur gleich erſt eine deutliche Einſicht zu erlangen, nehmen wir einen Seefahrer an, der von dem Orte, wo (von dem Meridiane, unter dem) er ſich eben befindet, aus, z. B. genau nach Nordweſt ſteuern, alſo einen, mit dem Meridiane (mit der Richtung der, frei von Abweichung angenommenen, und demnach auch immer genau nach Norden weiſenden Magnetnadel) den beſtändigen Winkel von 45° machenden Cours, verfolgen müſſe, und ſich die, dieſer Richtung (dieſem „Rhumb“, wie der Schiffer ſagt) entſprechende Route auf der Charte aufſuchen und verzeichnen wolle. Wie ſoll er dieſe Zeichnung auf einer der bisher beſchriebenen Charten mit ihren „convergirenden“ Meridianen ausführen? wie den zu verfolgenden Weg darauf angeben? Die Forderung, den Cours „Nordweſt“ zu halten, bedingt die Durchſchneidung eines jeden dieſer Meridiane unter demſelben (unveränderlichen) Winkel der 45°; und da die Meridiane eben nicht parallel* ſind, ſo bildet ein alſo fortgeſetzter Durchſchnitt (Schiffsweg) mit ihnen auch nicht Eine zuſammenhängende, ununterbrochene Gerade; ſondern der Schiffer muß Behufs der Wegezeichnung auf einer ſolchen Charte, an jeden neuen Meridian das Wegeſtück bis zum folgenden Meridian, unter dem Winkel der 45° immer erſt wieder beſonders legen (verzeichnen), wodurch die auf der Charte anzugebende Route, wie geſagt, ſtatt einer ununterbrochenen geraden Linie, vielmehr eine, aus mehreren, bei immer veränderter Direction, nur an einander ſchließenden (Wege-) Theilen beſtehende Verbindung von dergleichen Einzel-Linienſtücken wird *. Wären, um dieß durch den Anblick noch mehr zu unterſtützen, die Meridiane M, M′, M″, (Fig. 4. d. Tafel II.) parallel, ſo würden ſie ſämmtlich unter einem gemeinſchaftlichen Winkel (hier z. B. dem gewählten von 45°) von der ununterbrochenen Geraden M, M′, M″, durchſchnitten werden: dieſe „ununterbrochene“ Gerade bezeichnete dann den Schiffsweg auf einer Charte mit ſolchen angenommenen parallelen Meridianen; convergiren aber (Fig. 5.) die Meridiane nach dem Pole (P) zu, ſo nimmt die Zeichnung des Schiffsweges, welcher auf der Charte mit jedem dieſer „convergirenden“ Meridiane fortwährend den Winkel 45° machen ſoll, die in M′ gebrochene Geſtalt an; — ja man ſieht, wenn die Meridiane nur nahe genug an einander gedacht werden, leicht ein, daß aus der, bei parallelen Meridianen entſtehenden geraden (Schiffswege-) Linie, für convergirende Meridiane vielmehr eine (durch jene immer öftere „Abbrechung“ [Richtungsveränderung der Geraden] veranlaßte) krumme Linie entſtehen müßte (über deren nähere Beſchaffenheit ich im beſondern Art. Loxodromie handle), wodurch die Verzeichnung des zu verfolgenden Schiffsweges auf dergleichen gewöhnlichen Charten nicht nur außerordentlich mühſam ſeyn, ſondern und hauptſächlich, dabei dennoch ihren Zweck verfehlen würde. Damit ſich meine Leſer auch hiervon erſt einen recht beſtimmten Begriff machen, ſo ſey der Ort, welchen der Schiffer bei Verfolgung ſeines Nordweſt-Courſes er-

* Außer, um nochmals darauf aufmerkſam zu machen, in den, unter 1. beſchriebenen Charten ganz kleiner Erdoberflächen-Stücke mit ihren deßwegen als parallel anzunehmenden Meridianen, welche Charten wir oben mit dem Namen „Plattcharten“ bezeichnet haben, den ſie auch beſonders bei den Schiffern führen.

* Die unmittelbare Benützung eines Globus, um auch dieſen Einwand eines Leſers zu bevorworten, würde, da, wegen der ganz naturgetreuen Darſtellung, die Convergenz der Meridiane eben recht hervortritt, kein anderes Reſultat geben.

reichen wolle, ein hoher, in Fig. 5. mit B bezeichneter Berg, und Er ſehe denſelben vom Meridianpuncte M aus auch wirklich genau in der geraden Nordweſtrichtung M M′ B; ſo wird Er, wenn Er hiernächſt von einem folgenden Meridian M′ ab, die nur in der Zeichnung richtige (mit dieſem neuen Meridian M′ P wiederum den richtigen Winkel von 45° machende) Wege-Richtung M M′ einſchlägt, dem Berge augenſcheinlich nordwärts vorbeiſegeln, wogegen Er ihn eben ſo offenbar erreicht haben würde, wenn ſich dieſer Weg, wie es bei parallelen Meridianen (Fig. 4.) der Fall geweſen wäre, als eine, alle Meridiane, in derſelben ununterbrochenen Richtung, durchſchneidende ganz gerade Linie M M′ B auf der Charte vorgezeichnet gefunden und ſolchergeſtalt zur Wegerichtſchnur gedient hätte. — Man überzeugt ſich, nach Anleitung dieſes einleitenden Beiſpieles ſogleich, daß auf „Landcharten“ mit „convergirenden“ Meridianen, die Verzeichnung eines Schiffsweges, wenn ſie ihren Zweck erfüllen (bei ſteter Anwendung des nämlichen Compaßſtriches, ſteter Richtung nach der nämlichen Weltgegend von Meridian zu Meridian, nach dem verlangten Orte führen und alſo eine ununterbrochene Gerade bilden) ſoll, nur in den beiden Fällen anwendbar iſt, da das Schiff entweder genau einen ſolchen Meridian ſelbſt, oder aber den, alle Meridiane unter rechten Winkeln durchſchneidenden, größten Kreis des Aequators* verfolgt: in dieſen einzigen beiden Fällen nimmt der Schiffsweg (ſeine Vorzeichnung auf der Charte), der Convergenz der Meridiane ohnerachtet, in ſteter Uebereinſtimmung mit der Weiſung des Compaſſes, die verlangte Geſtalt einer ununterbrochenen geraden Linie an*; in allen andern Fällen, da der zu nehmende Cours dieſe convergirenden Meridiane ſchief (wie oben z. B. unter dem Winkel von 45°) durchſchneidet, kann ſich der Schiffer ſeinen Weg auf einer Charte mit „convergirenden“ Meridianen nicht ſo ununterbrochen geradlinig, wie Er ihn doch auf der Charte vor ſich ſehen will, und wie es geſchehen könnte, wenn die Meridiane parallel wären, einzeichnen; — und man muß ihm alſo, nach beſonderer Methode, „Seecharten“ mit parallelen Meridianen conſtruiren. Die Gründe dieſer Nothwendigkeit habe ich mich eben zuerſt beſtrebt, recht einleuchtend darzuſtellen; ich komme nun zur Methode einer ſolchen

* Von „Parallelen des Aequators,“ wie in andern Werken geſchieht, ſpreche ich hier gar nicht: die (kürzeſte) Wege-Verbindung zwiſchen zwei, auch auf dem nämlichen Parallel liegenden Puncten der Erdkugel-Oberfläche iſt doch nicht dieſer Parallelkreis (als „kleinerer“ Kreis) ſelbſt, ſondern (vergl. d. A. Parallelkreiſe) der, diejenigen Erdkugel-Radien, die nach den beiden Kugel-Oberflächenpuncten führen, verbindende Bogen des entſprechenden größten Kreiſes, welcher letztere, wie nahe mit dem Parallel zuſammenfallend, doch immer noch davon verſchieden bleibt.

* Nehmen wir zunächſt wieder den oben erwähnten Globus, als die naturgetreueſte Darſtellung der Erdkugel vor Augen: Im Kugelkreiſe des Meridians erſtens verfolgt der Schiffer ſtets den Compaßſtrich Nord oder Süd in ununterbrochener nämlicher Richtung; Er kann dieſen ſeinen Weg im Meridian danach auf der Ebene einer jeden Charte, in jener ſteten Uebereinſtimmung mit dem Compaß, als gerade Linie vorzeichnen, und gelangt, bei nachheriger Einhaltung der ſo gezeichneten Route, gewiß zum verlangten Orte (Meridianpuncte). — Auf dem Aequator ſodann ſehen wir alle Meridiane ſenkrecht: die, von Abweichung frei gedachte Compaß-Nadel findet ſich immer dem Meridian entſprechend, alſo auch ſtets ſenkrecht auf dieſem größten Kreiſe; und ein, vom Schiffer längs deſſelben zu verfolgender Weg kann alſo nicht weniger richtig als gerade Linie vorgezeichnet werden, nur daß dieſelbe, ſtatt wie oben, mit der Weiſung der Nadel zuſammzufallen, ſtets rechte Winkel mit ihr macht (in gleicher ununterbrochenen Richtung nach Oſt oder Weſt geht). — Dieſe Beziehung auf die Erdkugel (den Globus) ſelbſt, wird die Sache am beſten aufklären.

Charten-Conſtruction ſelbſt. Man zeichnet alſo auf einer ſolchen „Seecharte" in der That alle Meridiane als vollkommen parallele gerade Linien, dem zu Folge ſich nun, der Abſicht gemäß, jede Schiffs-Route als eine gleich vollkommen ununterbrochene gerade Linie darſtellt *. Bei einem ſolchen Entwurfe der Meridiane bleiben aber freilich alle Parallelkreiſe (und ihre Grade) gleich groß, ſtatt daß ſie (vergl. vorn) zu den Polen hin, nach Maßgabe des Coſinus der geographiſchen Breite, vielmehr abnehmen ſollten. Um alſo doch das richtige Verhältniß zwiſchen ihnen und den Graden der Meridiane beizubehalten, läßt man die letzteren, nach der nämlichen Richtung (den Polen) zu, im umgekehrten Verhältniſſe, d. i. wie die Secante der Breite (vergl. d. Anmerk.) wachſen: ſtatt daß z. B. in der Breite von 60° der Grad des Parallelkreiſes nur halb ſo groß ſeyn ſollte, als der unveränderliche Meridiangrad, wird hier der letztere doppelt ſo groß abgebildet **, als der nun unveränderlich angenommene erſtere, wodurch, wie man leicht einſieht, bei Erreichung des Zweckes ganz geradliniger Geſtalt der Routen, doch auch die Reciprocität bewahrt wird. Daher heißen dergleichen Charten „Seecharten mit wachſenden Graden oder wachſenden Breiten", auch reducirte, ingleichen, nach ihren Erfindern, auf welche ich in den gleich folgenden geſchichtlichen Notizen zurückkomme, Mercator's oder Wrigth's Charten; die Leſer finden Charten, welche nach dieſem Princip gezeichnet ſind, zumal Planigloben, mit der Ihnen nun verſtändlichen Bezeichnung: „Nach Mercator's Projection" oft ebenfalls in den gewöhnlichen Atlaſſen, und würden dergleichen Charten, ſelbſt ohne dieſe Bezeichnung, an dem, aus jenem Princip natürlich folgenden, auffallenden Wachſen der Breitengrade in den Polar-Regionen *, bald erkennen. Abgeſehen von dieſer Inconvenienz der ſolchergeſtalt hervorgebrachten Auseinanderzerrung beſonders der Polar-Landſchaften, verdienen dieſe Charten indeß wegen ihrer nachgewieſenen praktiſchen Brauchbarkeit viele Rückſicht; und ihre Theorie iſt außerdem ſo einfach, daß ich zugleich Nichts weiter darüber hinzuzufügen brauche, ſondern vielmehr die ganze Charten-Betrachtung überhaupt hiermit ſchließen und nur noch die geſchichtlichen (und literariſchen) Notizen, auf welche ich eben hierher verwieſen habe, hinzufügen darf.

Abriſſe von Ländern, „Landcharten", was jene ihre Geſchichte betrifft, werden aber ſchon in den alten Annalen des Jüdiſchen Volkes (Joſua, Cap. 18. V. 4. 5.) erwähnt. Unter den Griechen hiernächſt ſoll nach der Erzählung des Diogenes Laertius (II. 2.) und Plinius (H. N. VII. 56.), zuerſt

* Man kann die „Seecharten" hiernach als eine derartige Ausbreitung der Erd-ober-Kugelfläche zur (platten) Ebene bezeichnen, daß ſich die auf jener erſteren convergirenden Meridiankreiſe, auf dieſer letzteren dagegen als parallele gerade Linien darſtellen, welche der, von jedwedem Puncte zum andern zeigende Compaßſtrich, alſo in unveränderter Winkelrichtung, wieder als eine ununterbrochen-gerade Linie durchſchneidet, und welche dem Schiffer daher den, zur Erreichung ſeines Beſtimmungsortes zu nehmenden „Rhumb" (in ſolcher ununterbrochen-geraden Richtung) Ein für alle Mal angeben.

** Nämlich:

$$\cos 60^0 = \sin 30^0 = \frac{r}{2} = 1/2,$$

$$\cos : r = r : \sec,$$
$$1/2 : 1 = 1 : 2;$$

demgemäß ſich das richtige Verhältniß alſo vollkommen hergeſtellt findet, indem ſowohl der Breiten- als der Längengrad mit 2 multiplicirt (erſterer, welcher in dieſem Abſtande vom Aequator nur noch $7^1/_2$ Meilen beträgt, = $2 . 7^1/_2 = 15$-, letzterer, ſtatt ſeiner 15-, nun = 2 . 15 = 30 Meilen [Theilen des Charten-Maßſtabes] lang angenommen und im nämlichen Verhältniſſe weiter getheilt wird).

* Die Pole ſelbſt finden ſich demgemäß auch auf einer ſolchen Charte gar nicht: ſie fallen begreiflich in das Unendliche hinaus.

Anaximander (ein uns ſchon aus früheren A. A. dieſes Wörtrb. bekannter Griechiſcher Aſtronom um 600 vor Chriſtus) Zeichnungen der damals bekannten Länder entworfen haben. Mehreres Detail hierüber in Fabricius „Bibliotheca graeca“. IV. 2. 14. Bei den Römern wurden den triumphirenden Feldherrn Zeichnungen der eroberten Länder vorangetragen; auch ließ Kaiſer Theodoſius II. (nach Andern Severus) eine „Landcharte“ (oder vielmehr ein gemaltes Ortsverzeichniß) des damaligen Römiſchen Reiches auf einer Tafel entwerfen, von welcher Tafel eine durch einen Mönch angefertigte Copie mit der Aufſchrift „Tabula geographica Theodosiana“ im 15ten Jahrhunderte in einem Kloſter aufgefunden und von dem Augsburgiſchen Patricier Peutinger angekauft, nachher aber in die Kaiſerliche Bibliothek zu Wien gekommen iſt, aus welcher ſie ein von Scheyb „Tabula Peutingeriana“*. Vindob. 1753. Fol herausgegeben hat.

Zu des Ptolomäus Geographie verfertigte der Alexandriner Agathodämon 26 Landcharten, welche Europa in 10, Afrika in 4, Aſien in 12 Blättern vorſtellen, und ſich über eine Strecke ausdehnen, welche von Oſten nach Weſten ziemlich doppelt ſo lang als von Norden nach Süden iſt, daher die Benennungen „Länge“ und „Breite“ (vergl. letzter Art. S. 137.) ſtammen, auf welche ich hier zurückkommen wollte.

Aus dieſen alten Charten ſind nun durch allmälige Verbeſſerungen die heutigen entſtanden. Sebaſtian Münſter („Cosmographia“. Basil. 1550. Fol.), Ortelius („Theatrum orbis terrarum“. Antverp. 1570. Fol.), beſonders aber der, mit Verweiſung hierher, oben erwähnte Niederländiſche Mathematiker Gerhard Mercator († 1594), eben der Erfinder der dort erklärten, ihrer Theorie nach, ſodann von dem auch ſchon genannten Engländer Eduard Wright („Certain errors in Navigation“. Lond. 1657.) näher beſtimmten „Charten mit wachſenden Breiten“, legten hierzu den Grund. Die weſentlichſten Dienſte leiſtete der Landcharten-Darſtellung indeß, wie ich ſchon vorn angedeutet habe, Johann Matthias Haſe, Profeſſor zu Wittenberg („Sciagraphia, s. tractatus de projectionibus“. Lips. 1717. 4.), welchen wir dort als den Urheber der ausgebreiteteren Anwendung der „ſtereographiſchen Projection“ auf Charten-Conſtruction kennen gelernt haben; — und an ihn ſchloß ſich der große deutſche Aſtronom Tobias Mayer durch ſeine, ihrem ſinnreichen Principe nach, von mir ausführlich erläuterte „Mappa critica Germaniae“ (Nürnberg, Homann. 1750) an. In unſerm Jahrhunderte hiernächſt erreichte die „Mappirungskunſt“ (mit welchem Namen daſſelbe die Chartenzeichnung zu belegen angefangen hat), durch weitere Verfolgung und Ausbildung der bei jener vortrefflichen „Landcharte“ in Anwendung gebrachten Theorie einen außerordentlichen Grad der Ausbildung, davon die Beweiſe in unzähligen Darſtellungen vor den Augen meiner Leſer ſelbſt liegen, ſo daß ich mir hier die Beibringung des ohnedieß zu weitläufigen Details erſparen kann. Leſer, welche Verlangen danach tragen, können daſſelbe, um an dieſe hiſtoriſchen, ſchließlich nun auch ſogleich die literariſchen Notizen zu knüpfen, unter dem Geſichtspuncte der Theorie, am beſten befriedigen aus Mayer's „Vollſtändige und gründliche Anweiſung zur Verzeichnung der Land-, See- und Himmelscharten“. 4te Aufl. Erlangen. 1828. 8. (wegen welcher neuen Aufl. dieſes Hauptwerkes*, eigentlich des 4ten Bandes der erwähnten „Praktiſchen Geometrie“, ich bereits vorn hierher verwieſen habe), und womit man verbinden kann: *Puissant* „Traité de Topographie“. (2. Aufl. Paris. 1827. 4.) Eine eigene Hiſtorie des „Land-

* Da von dieſer „Peutinger'ſchen Tafel“ öfter die Rede iſt, ſo habe ich den Leſern die obige Aufklärung über den Namen, welchen ſie trägt, aus meinen Collectaneen gern mitgetheilt.

* Daſſelbe läßt wenig zu wünſchen übrig; über „ſtereographiſche Projection“ möchte man vielleicht noch hinzuziehen wollen, den betreffenden ſchönen Artikel von Mollweide, im 4. Bande des mehrfach citirten „Mathematiſches Wrtrb.“ (angefang. v. Klügel).

charten-"Weſens daneben beſitzt man von Haubner: „Verſuch einer umſtändlichen Hiſtorie der Landcharten". Ulm. 1727. 8. Ueber das Ganze der Wiſſenſchaft der „Mappirung" erſtreckt ſich Littrow's (des verewigten Wien'er Aſtronomen) „Chorographie" (Landſchafts-Zeichnung). Wien. 1833. 8.; und eine gedrängtere Ueberſicht gewähren Lalande: „Astronomie". Livre XXIII. des projections et des cartes géographiques" (mich beſonders anſprechend), und Bode (der uns vielfach bekannt gewordene, jetzt auch verewigte Berliner Hof-Aſtronom): „Anleitung z. Kenntniß der Erdkugel", 2te Aufl. Berlin. 1803. gr. 8. S. 311. flgd. Den vollſtändigſten Catalog ausgeſuchter, älterer und neueſter Land-, See- und Himmels-Charten aber habe ich immer aus der Schropp'ſchen Landcharten-Handlung zu Berlin erhalten; — und mit der Empfehlung dieſer Handlung, ohne jedoch dadurch den Anſprüchen der geographiſchen Inſtitute zu Nürnberg, Weimar u. ſ. w. irgend Eintrag thun zu wollen, beende ich dieſen wichtigen Artikel über „Landcharten", mir, wie geſagt, vorbehaltend, auf Mondcharten, Sterncharten, und die ergänzende Lehre von den Projectionen überhaupt, in den betreffenden eigenen Vorträgen zurückzukommen.

Libration, Schwanken des Mondes, ſ. **Mond,** in welchem Art. ich die eigentlichen Urſachen der merkwürdigen Erſcheinung, „daß der Mond, welcher uns im Allgemeinen immer nur die eine ſeiner Halbkugeln zuwendet, und die andere dagegen immer von der Erde abgekehrt hält, durch eine gewiſſe Balancirung (ein „Schwanken", eine „Libration"), zuweilen doch öſtliche oder weſtliche Randſtreifen, und Parcellen des nördlichen oder ſüdlichen Theiles der Polarzonen jener übrigens unſichtbaren Halbkugel, zu unſerm Anblicke kommen läßt", erſt aufklären kann.

Licht; Lux, Lumen; *Lumière*. Die allgemeine Begriffs-Erklärung, gleichwie die Darſtellung der mehrfachen Licht-Entſtehungsweiſen gehört in die Phyſik; die Aſtronomie, als ſolche, hat es nur mit dem „Lichte" der Geſtirne zu thun. Der wichtigſte dieſer Himmelskörper, auch in dieſem Bezuge, iſt aber, und zwar nicht allein für unſere Erde, ſondern vielmehr für alle (Haupt- und Neben-) Planeten des ganzen Syſtems, die Sonne, der Urquell* des Lichtes (und der Wärme) dieſes Syſtems. Von ihr, als dem ſelbſtleuchtenden Geſtirn des Syſtems, aus ergießt ſich das „Licht" in geraden Linien: „Lichtſtrahlen"** (radii lucis; *rayons de lumière*), gleichmäßig nach allen Richtungen in das Sonnengebiet (in den hohlkugelförmigen Raum, deſſen Centrum die Sonne einnimmt): die Sonne iſt der Licht-ſtrahlende Mittelpunct eines ungeheuren Hohlkugel- (Sonnen-) Gebietes, durch welches ſich das von ihr ausfließende Licht Radien-artig überall verbreitet, und die (unmittelbare) Erleuchtung des ganzen Raumes (wenigſtens — vergl. unten — hauptſächlich) bewirkt. Man ſieht indeß, welchen Umſtand wir zuerſt zu betrachten haben, leicht ein, daß dieſe Erleuchtung nach dem Verhältniſſe an Intenſität verlieren muß, nach welchem man ſich im Raume weiter vom ſtrahlenden (Sonnen-) Centrum entfernt: die von dieſem Sonnen-Licht-Centrum verbreiteten Strahlen-Radien fahren natürlich immer mehr auseinander†; und wenn ſie in geringerer,

* „Urquell"! — vergl. jedoch wegen der Wahrſcheinlichkeit einer Art eigener Lichtentwicklung („Phosphorescenz") namentlich der weiter von der Sonne abſtehenden Planeten, z. B. beſonders des Jupiter, hinten.

** Die Newton'ſche Emiſſionstheorie, welcher ich ergeben bin, ohne darum irgend einen meiner Leſer verhindern zu wollen, eine genügendere Erklärung der Erſcheinungen durch die Undulationstheorie zu verſuchen, legt nämlich (jedem ſelbſtleuchtenden Körper und alſo beſonders) der Sonne die Eigenſchaft bei, auf eine nicht weiter erklärliche Weiſe Lichtſtrahlen (Reihen von Lichttheilchen), oder ſagen wir überhaupt „Licht", auszuſenden, welches hiernächſt von den (an und für ſich) dunkelen und nur durch dieſe Mittheilung erleuchteten Körpern (Planeten und Monden), vermittelſt der Zurückwerfung im Raume wieder weiter verbreitet wird.

† Ich darf wohl kaum bemerken, daß Das-

oder in größerer Entfernung auf dunkle Körper, wie die durch ſie zu erleuchtenden Planeten, treffen, ſo müſſen die auffangenden Flächen, bei unveränderter Strahlen-Menge, immer größer ſeyn, dem zu Folge auf gleiche Flächen in größerer Entfernung weniger Licht fällt, und die Erleuchtung, wie ich ſage, bei wachſender Entfernung abnimmt. Wir wollen uns die, das Licht (die Lichtſtrahlen) der Sonne alſo auffangenden, mehr und weniger von ihr entfernten Planeten (die der Sonne zugewendeten Planeten-Halbkugeln) ſehr paßlich als Kreisſcheiben vorſtellen, ſo bilden dieſelben hiernach die Grundflächen b b′, B B′ des Strahlen-Kegels (Fig. 1. der Tafel III.), als deſſen Spitze (Scheitel) das Strahlen-Sonnen-Centrum C betrachtet werden kann: B B′ empfängt demnach augenſcheinlich nicht mehr Strahlen (Licht) als b b′; gleichviel Licht muß in dem Abſtande, in welchem ſich B B′ von der Kegelſpitze C befindet, eine Fläche bedecken, welche ſoviel größer als die weniger weit abſtehende Fläche b b′ iſt; die Erleuchtung von B B′ findet ſich nach Maßgabe der mit dem Abſtande wachſenden Ausdehnung letzterer Kegel-Grundfläche geringer; — und da (vergl. Erleuchtung, S. 394.) dieſe Kegelbaſen b b′, B B′ im Verhältniſſe der Quadrate jener Abſtände C a, C A ſtehen, ſo nimmt die Erleuchtung nach dem Quadrate der wachſenden Entfernung ab; ſie iſt z. B. in einer 2fachen Entfernung ($2^2 =$) 4 Mal geringer (weniger intenſiv) *. Wenn meine Leſer alſo (vergl. wieder l. c.) in den von Ihnen benützten aſtronomiſchen Lehrbüchern, ohne weiteren Beweis die Anführung finden, „daß die Erleuchtung, welche z. B. der Planet Jupiter von der Sonne empfängt, nur $^1/_{25}$ des der Erde zu Theile werdenden Sonnenlichtes betrage;“ ſo will dieß ſagen: da der (mittlere) Abſtand des Jupiter von der Sonne (beiläufig 100 Millionen Meilen) 5 Mal größer als der Abſtand der Erde von der Sonne (20 Millionen Meilen) iſt, ſo fällt auch die Erleuchtung Jupiters durch die Sonne (auf andere dieſe Erleuchtung begünſtigende Umſtände komme ich unten zurück) $5^2 = 25$ Mal ſchwächer als die Erleuchtung der Erde aus: das Sonnen-„Licht“ iſt in der Jupiters-Entfernung ſchon 25 Mal mehr dilatirt: auf eine 25 Mal größere Fläche des Jupiter, auf eine dortige Fläche von z. B. 25 (unſerer) Quadratfuß, fällt nur noch ſoviel Sonnenlicht (nur die nämliche Zahl von Sonnenſtrahlen) als bei uns auf 1 Fuß.

Nächſt dieſer Ermittlung über die Stärke des Sonnen-Lichtes in verſchiedenen Entfernungen, hat für den Aſtronomen die Frage nach der Geſchwindigkeit „dieſes Lichtes“ (oder wohl des „Lichtes“ überhaupt, indem — vergl. d. A. Fixſterne, S. 544. — keine entſcheidenden Gründe vorhanden ſind, für daſſelbe, aus welchen verſchiedenen Quellen es auch fließe, hierunter eine Verſchiedenheit anzunehmen) noch eine beſondere Wichtigkeit. Da wir das Sonnen-„Licht“ nämlich, nach unſerer Emanationstheorie, als einen wirklichen Ausfluß einer Lichtmaterie aus dem Sonnenkörper betrachten, und dieſelbe einen geradlinigen „Strahlen“-Weg zu uns (oder vielmehr durch das ganze Sonnengebiet) beſchreiben laſſen; ſo entſteht allerdings jene Frage: wieviel Zeit gebraucht das Licht zur Zurücklegung eines ſolchen Weges von der Sonne bis zu jedwedem Puncte des Gebietes, z. B. bis zu uns, oder bis zum Uranus, als der vermeinten planetariſchen Grenze unſeres Syſtems?

Auf den erſten Theil dieſer Frage iſt

jenige, was ich hier in unſerer aſtronomiſchen Abſicht zunächſt vom Sonnenlichte in specie ſage, der Natur der Sache gemäß, vom „Lichte“ überhaupt gilt.

* Die oben durch b b′, B B′ ausgedrückten Kreis- (Kegel-Grund-) Flächen verhalten ſich wie die Quadrate der Radien b a, b A, und da letztere ihrerſeits wie C a : C A ſind; ſo verhalten ſich jene Flächen alſo auch wie die Quadrate dieſer Abſtände: demnach empfängt die, in der 2fachen Entfernung C A = 2 C a, 4 Mal größer als b b′ werdende Kreisfläche B B′ gleichwohl nicht mehr Lichtſtrahlen als b b′, und iſt alſo, indem ſich nur gleichviel Licht in einen viermal größeren Raum ausbreiten muß, viermal ſchwächer beleuchtet.

die Antwort aber bereits im Artikel Aberration des Lichtes, wo es ſich um eine Vergleichung der Geſchwindigkeit, mit welcher ſich das Licht von der Sonne ab im Raume (des Sonnengebietes) fortpflanzt, mit der Geſchwindigkeit der Erde in ihrer Bahn, handelte, ertheilt, und wir haben daſelbſt S. 11. und 17. geſehen, daß das Licht (nahe) 8 Minuten (480 Secunden) gebraucht, um den Weg von der Sonne zur Erde (den Halbmeſſer der Erdbahn, etwann 20 Millionen Meilen) zu durchlaufen, demgemäß auf 1 Secunde ($^{20000000}/_{480}$, in runder Zahl =) 40000 (bis 42000) Meilen kommen*, und ſich das Verhältniß der Lichtgeſchwindigkeit zur Bahngeſchwindigkeit der Erde (von etwann — vergl. letzteren Art. S. 364. — 4 Meilen in der Secunde) nahe = 10000 : 1 ergibt. Außerdem wird mich der gleich folgende beſondere Art. Lichtgleichung darauf zurückführen. Den zweiten Theil der Frage könnten ſich die Leſer hieraus zwar bereits ſelbſt beantworten, indem Ihnen bekannt iſt, daß der Abſtand des Uranus von der Sonne 400 (= 20 . 20) Millionen Meilen beträgt, und dazu alſo, indem 20 Millionen Meilen 8 Minuten erfordern (20 . 8 =), 160 Minuten = 2 Stunden 40′ Minuten gehören; indeß habe ich Ihnen die Rechnung im Art. Finſterniſſe (Verfinſterungen der Jupiterstrabanten, deren Beobachtung, wie dort ausführlich erzählt wird, zu dieſer Beſtimmung der Lichtgeſchwindigkeit verholfen hat), S. 539. ſchon genauer geführt, und daſelbſt für die geſuchte Zeit (ſtatt der vorſtehenden 2h 40′, in naher Uebereinſtimmung) 2h 35′ 42″ gefunden, wodurch demnach das Verlangte geleiſtet iſt. —

Soviel vom „Lichte“ der Sonne (unſeres Syſtem-Centralkörpers); vom Lichte der Fixſterne hiernächſt, als der Sonnen ihrer reſpectiven Syſteme gilt, mit der einzigen Einſchränkung der (vergl. wieder Fixſterne, auf der nämlichen S. 544.) Verſchiedenartigkeit der Farben dieſes Fixſtern-Lichtes, ſonſt wohl überall das Nämliche: jeder Fixſtern verbreitet, gleich ſelbſtleuchtend, gleich Sonnen-artig, ſein Licht durch das ganze von ihm beherrſchte Gebiet. In Bezug auf jene Farben-Verſchiedenheit habe ich aber l. c. bemerkt, daß ſich, beſonders in den Doppelſtern-Syſtemen, das Licht des Centralſterns meiſtens weiß (alſo wie das Licht unſerer Sonne) zeigt, wogegen die Begleitſterne nur in einer bunten: blauen, grünen, rothen u. ſ. w. Farbe (mithin in einer bloßen Theil-Farbe des Weißen) erſcheinen; und ich habe (eben daſelbſt, S. 560.) daran die Vermuthung geknüpft, daß dieſe „Begleitſterne“ (Trabanten höherer Ordnung) auch in einem verfeinerteren Lichtbezuge zum Centralgeſtirn, als die (dunkelen) Planeten (Trabanten niederer Natur) zur Sonne ſtehen möchten. — Dieſe Anſicht, welche mir der Erhabenheit des Verhältniſſes überaus angemeſſen ſcheint, hat ſich indeß auch immer mehr bei mir befeſtiget; und ich empfehle ſie den Leſern zur eigenen weiteren Verfolgung*.

Die Haupt- und Neben-Planeten (Monde), gleichwie die Kometen, endlich glänzen hauptſächlich gewiß

* Das Licht pflanzt ſich alſo, wie groß ſeine Geſchwindigkeit auch ſey, doch nicht augenblicklich (in instanti; instantanément), ſondern nur allmälig (propagatio successiva; *propagation successive*) fort: die Zeit, in welcher daſſelbe von der Sonne zur Erde gelangt, findet ſich genauer = 8′ 7,5″, und das Verhältniß der Lichtgeſchwindigkeit zur Bahngeſchwindigkeit der Erde iſt danach eigentlich = 10313 : 1.

* Man könnte dabei noch Zweifel hegen, ob dieß „farbige Licht“ der Begleit- (Fix-) Sterne ein eigenes oder aber ein, vom Centralſterne nur erborgtes (alſo reflectirtes) und, hinſichtlich der Farbe, modificirtes ſey. Allein Arago's (des bekannten, noch thätigen Franzöſiſchen Naturforſchers) Verſuche (vergl. abermals Fixſterne, S. 544.) lehren uns ſämmtliches Fixſternlicht als „unpolariſirtes“ kennen, wogegen das bloß reflectirte Licht immer auch ſchon polariſirt iſt. — Dieſe Verſuche dienen indeß nur zur Beſtätigung einer Annahme, deren Richtigkeit man doch gern ſchon a priori zugibt.

nur in reflectirtem Sonnenlichte: Arago's, in der Anmerkung erwähnte Verſuche über dieß planetariſche Licht laſſen kaum einen dießfallſigen Zweifel übrig. Damit ſoll indeß eine, ſchon oben angedeutete, vielleicht durch das Sonnenlicht hervorgerufene, gleichzeitige Fähigkeit eigenen Leuchtens (eine „Phoſphoreſcenz"), zumal bei weiter von der Sonne entfernten Planeten, nicht in Abrede geſtellt werden; hinſichtlich des Jupiter namentlich, habe ich ſchon in dem, dieſem Planeten gewidmeten beſondern Art. S. 832. darauf aufmerkſam gemacht. Da die Erleuchtung deſſelben durch die Sonne (vergl. vorn) 25 Mal ſchwächer als die Erleuchtung unſeres Planeten Erde ausfällt, ſo muß angenommen werden, daß die Vorſehung andere Mittel zur Herſtellung des Gleichgewichtes aufgeboten habe: einige Aſtronomen, namentlich mein verewigter Leipziger Freund Brandes, in dem von ihm für die öfter angeführte, neue Ausg. des Gehler'ſchen „phyſikal. Lexic." bearbeiteten Art. Jupiter, findet ein ſolches Mittel in der dichteren, und das „Licht" daher wirkſamer verbreitenden Atmoſphäre dieſes Planeten, Andere, z. B. Mädler (in ſeiner, nicht weniger oft citirten „Populäre Aſtronomie") ſprechen ganz beſtimmt von einer „Phoſphoreſcenz"; — und wir pflichten ihnen aus jenen teleologiſchen Rückſichten gern bei.

Dieß dürfte etwann Alles ſeyn, was aus einer generellen Betrachtung des „Lichtes" vor das aſtronomiſche Forum gehört; von der, für unſere Wiſſenſchaft noch beſonders wichtigen, ſpeciellen Eigenſchaft der Brechbarkeit des Lichtes, namentlich von der (aſtronomiſchen) Strahlenbrechung, und der Dämmerung, als einer Wirkung dieſer Licht-Eigenſchaft, handle ich ausführlich auch in den genannten drei beſondern A. A., auf welche ich, ihres großen Umfanges und ihrer Eigenthümlichkeit wegen, hier durchaus verweiſen muß, da ich das darüber Vorgetragene, in dieſem ſpeciellen Falle, auch nicht auszüglich wiederholen kann. Für diejenigen meiner Leſer indeß, welche aus der Verfolgung dieſes Gegenſtandes ein eigenes Studium machen wollen, bezeichne ich als treuen Führer ſchließlich Herſchel's (des Sohnes) berühmtes Werk „Vom Licht." (deutſch durch Schmidt. Stuttgart. 1831. gr. 8.), welches wenig zu wünſchen übrig laſſen dürfte.

Lichtgleichung; Aequatio lucis; *Équation de la lumière.* Ich habe (denn dieſe Explication muß hier der Definition vorangehen) im Art. Finſterniſſe, S. 539.* darauf aufmerkſam gemacht, daß die Zeit, welche von einem Ein- (oder Aus-) tritte, eines, namentlich des erſten Jupiter-Mondes in den Schatten ſeines Haupt-Planeten, bis zum nächſten verſtreicht (das Zeitintervall zwiſchen zwei ſucceſſiven Verfinſterungen des Jupiter-Mondes, Jupiter-Mondfinſterniſſen, vergl. d. Anmerk.), von uns nicht immer gleich groß gefunden wird: wenn Jupiter der Sonne gerade gegenüber, alſo in der Oppoſition ſteht, ſo verſtreichen von einem ſolchen Eintritte bis zum nächſten ziemlich regelmäßig . . 42^{h} 28′ 42″;** in der darauf folgenden Quadratur hingegen nimmt dieſes Intervall, allen Beobachtungen gemäß, um . . „ „ 14 zu: es verfließen dann zwiſchen zwei ſolchen ſucceſſiven Eintritten . 42^{h} 28′ 56″; wogegen man in der andern Quadratur eine eben ſo große Abnahme dieſes Intervalls, nämlich die Zeit von einem Eintritte bis zum nächſten nur = 42^{h} 28′ 28″ findet. Wie kann es damit zugehen?

* Die Leſer werden zugleich gebeten, einen dort vorgekommenen lapsus pennae zu berichtigen, und ſtatt „ſteht Jupiter gerade zwiſchen Sonne und Erde, alſo in Oppoſition" zu leſen: ſteht die Erde gerade zwiſchen Sonne und Jupiter, und iſt letzterer alſo in Oppoſition. —

** In dieſer kurzen Zeit von nur etwann 1 Tage 18^{h} 28′ umläuft der dem Jupiter nächſte ſeiner 4 Monde den Hauptplaneten (er vollendet in dieſer ſo kurzen Zeit ſeinen [ſynodiſchen Umlauf] Monat, wozu unſer Mond bekanntlich 29½ Tage gebraucht), und wird dabei (vergl. Finſterniſſe, S. 537.) jedesmal verfinſtert.

In der „Oppoſition“ bleibt, wie man ſich, auch noch ohne beſondere Figur, welche ich erſt nachher beibringe, leicht vorſtellig macht, die Entfernung der Erde vom Jupiter eine Zeit lang ziemlich dieſelbe (auf die Conjunction, von welcher in dieſem Bezuge das Nämliche gilt, komme ich gleich); in der zunächſt darauf folgenden Quadratur dagegen geht die Erde mit der (genau genommen) Differenz der reſpectiven Geſchwindigkeiten beider Weltkörper faſt geradlinig vom, dort ſtationär erſcheinenden und nur langſam nachrückenden * Jupiter weg, im entgegengeſetzten Falle der andern Quadratur aber eilt ſie vielmehr eben ſo auf ihn los: jene Vergrößerung des Abſtandes der Erde vom Jupiter beträgt während des in Rede ſtehenden Intervalls der p. p. 42½ Stunde etwann 600000 ** Meilen, und auf eben ſo hoch beläuft ſich alſo die Abſtandsverringerung beider Weltkörper in der zweiten Quadratur.

Zu unſerer Anſchauung gelangen (ſichtbar für uns werden) alle Himmelserſcheinungen, alſo auch die Eintritte der Jupiterstrabanten in den Schattenkegel ihres Planeten, vermittelſt des Mediums des Lichtes, von welchem wir aus dem vorangehenden Artikel bereits wiſſen, daß es ſich nicht „in instanti“, ſondern, wie andere Mittheilungen, nur „ſucceſſiv“ fortpflanzt: der betreffende Lichtſtrahl iſt gleichſam der „Bote des Ereigniſſes“. In der Oppoſiton, in welcher ſich, wie geſagt, die Entfernung unſerer Erde vom Jupiter kaum ändert, gelangt dieſer, wenn ich ſo ſagen darf, den Mond-Eintritt in den Schatten anmeldende „Lichtbote“ (Lichtſtrahl) alſo auch immer in der nämlichen Zeit zu uns; und zwiſchen ſeinem 1ten und 2ten, zwiſchen dieſem 2ten und dem 3ten Eintreffen u. ſ. w. verfließt demgemäß auch immer die gleiche Zeit der angegebenen $42^h\ 28'\ 42''$ *, welche man die wahre, nämlich durch Entfernungs-Veränderung zwiſchen Erde und Jupiter nicht afficirte, nennen könnte.

In der folgenden Quadratur dagegen vergrößert ſich die Entfernung

* Man erleichtert ſich die Vorſtellung noch mehr, wenn man den Jupiter als ganz ſtill ſtehend, und bloß die Erde, mit der Differenz der beiderſeitigen Bahnbewegung (wie ich auch oben ſage) von ihm wegrückend annimmt: die Erde macht täglich etwann 60′, Jupiter 5′, daher der, von dieſer Differenz (60′ − 5′ = 55′) abhängige ſynodiſche Umlauf des Jupiter (55′ : 1 Tage = 360° [d. i. 21600′] : 398 Tagen) nur 33 Tage länger als das tropiſche Erdenjahr (365 + 33 = 398) dauert, demnach Jupiter während eines jeden Jahres wirklich faſt als ſtationär betrachtet werden kann.

** Im Art. Finſterniſſe, l. c. habe ich nach Brandes, 588000 Meilen angegeben; bei andern Aſtronomen finden meine Leſer dagegen 630000 Meilen, eine Verſchiedenheit, welche ſich aus der Ungleichheit der Geſchwindigkeit der Erde und des Jupiter in dieſen oder jenen Stellen ihrer reſp. Bahnen erklärt. Wir haben die mittlere Bahngeſchwindigkeit der Erde (vergl. d. A. S. 364.) in der Secunde = 4 Meilen gefunden, welches auf die Stunde (3600 . 4 =) 14400 *, und, wenn man den Jupiter nach Maßgabe ſeiner Stellung in den Quadraturen als wirklich „ſtationär“ annimmt, auf die in Rede ſtehenden 42½ Stunden (42½ . 14400), etwann die obigen 600000 Meilen bringt. Es kommt, bei dem, was ich hier bezwecke, auf eine dießfallſige ſcrupulöſe Genauigkeit nicht an.

* Das Licht (der „Lichtbote“) braucht vom Jupiter bis zur Erde zwar allerdings auch eine Anzahl von Minuten; in der Jupitersregion trägt ſich alſo der Eintritt auch um ſoviel früher zu. Wenn ſich aber die Entfernung der Erde vom Jupiter dabei nicht ändert, ſo bleiben die Zwiſchenzeiten des Eintreffens der Boten (Lichtſtrahlen) darum doch nicht weniger die nämlichen: jeder Bote (der betreffende Lichtſtrahl) geht nach gleichen Zwiſchenzeiten ab, und kommt alſo, wenn ſich, wie geſagt, nur die Entfernung der Erde vom Jupiter indeß nicht vergrößert hat, und der Strahl alſo unterweges mehr Zeit gebraucht, auch immer nach gleichen Zwiſchenzeiten ($42^h\ 28'\ 42''$) an.

der Erde vom Jupiter, während 42½ Stunden, um die nachgewieſenen 600000 Meilen; und da das Licht (der „Lichtbote"), wie wir in dieſem Art. geſehen haben, 1 Secunde gebraucht, um 40- bis 42000 Meilen zurückzulegen, ſo wird daſſelbe ($\frac{600000}{42000}$ nahe =) 14 Secunden nöthig haben, um die, indeß ſoviel weiter weg geeilte Erde einzuholen: ein folgender Eintritt des Jupitersmondes in den Schatten ſeines Planeten wird dem irdiſchen Beobachter, in dieſer Quadratur nicht ſchon $42^h\ 28'\ 42''$ (als dem Intervall, welches wir eben das „wahre", von Entfernungs-Veränderung nicht afficirte, genannt haben), ſondern, erſt $42^h\ 28'\ 42'' + 14'' = 42^h\ 28'\ 56''$, nach dem zunächſt vorangegangenen Eintritte, und alſo 14″ ſpäter als in der Oppoſition zu Geſicht kommen, genau wie es die Eingangs angeführte Beobachtung ergibt. In der andern Quadratur dagegen, in welcher ſich die Erde dem Jupiter in demſelben Maße vielmehr nähert, muß alſo auch, gerade umgekehrt, eine eben ſo große Beſchleunigung des Zu-Geſicht-Kommens des Vorganges Statt finden, gleichfalls wie es die Beobachtungen genau beſtätigen: dieß letztere leuchtet ohne weiteres ein; — und es bleibt alſo nur die Frage, was, dieſem Principe gemäß, auch noch in der Conjunction, derentwegen ich ſchon vorn hierher verwieſen habe, erfolgen werde?

In dieſer Stellung der Conjunction iſt aber die Erde vom Jupiter mit ſeinen Monden um den ganzen Durchmeſſer der Erdbahn, alſo um 40 Millionen Meilen, weiter als in der Oppoſition entfernt; ſtellen wir uns demnach einen Beobachter im Oppoſitions-*, und einen zweiten Beobachter in dieſem Conjunctions-Puncte vor, ſo muß der letztere, nach unſerm Principe der nur „ſucceſſiven Propagation des Lichtes", eine und dieſelbe Jupiter-Mondfinſterniß um die ganze Zeit ſpäter als jener erſtere zu Geſicht bekommen, welche das Licht zur Durchlaufung des Durchmeſſers der Erdbahn gebraucht, und welche (40000 Meilen : 1 Secunde = 40 Millionen Meilen : 1000) etwann 16 Minuten beträgt *.

Dieſe Zeitverſchiedenheit nun zwiſchen den berechneten (von einer Veränderung der gegenſeitigen Entfernungen

* Nehmen wir, was vielleicht manche Leſer, wie ich ſie vor Augen habe, noch inniger überzeugt, an, man habe in der Oppoſition, zu einem Zeitpuncte t eine ſolche Jupiter-Mondfinſterniß und $42^h\ 28'\ 42''$ nachher, alſo zur Zeit $t + 42^h\ 28'\ 42''$, eine zweite beobachtet, und, nun ſo fortrechnend, die Zeitpuncte der dritten, vierten u. ſ. w. Finſterniß im voraus angeſetzt; ſo würde die nte, in die Conjunction fallende Finſterniß demgemäß offenbar nach $t + n\,(42^h\ 28'\ 42'')$ kommen müſſen; ſie wird aber, in dieſem letzteren Stande der Erde gegen den Jupiter, wirklich erſt zur Zeit $t + n\,(42^h\ 28'\ 42'') + 16'$ wahrgenommen, eben weil das Licht vom Oppoſitions- bis zum Conjunctions-Puncte noch 16′ über die Zeit gebraucht, nach welcher die nämliche Finſterniß in jenem erſteren Puncte ſchon wieder zu Geſicht käme. — Dieſe Art von Verdeutlichung muß befriedigen.

* Da aber in der Conjunction, welches ich eben deßwegen gleich vorn bevorwortet habe, hinwiederum, ganz wie in der Oppoſition, der Umſtand eintritt, daß ſich die Entfernung der Erde vom Jupiter hier auch eine Zeitlang kaum verändert, ſo bleibt das Intervall zwiſchen den Ein- (oder Aus-) tritten dabei nicht weniger unverändert (auf ſo lange $= 42^h\ 28'\ 42''$; daſſelbe iſt jetzt wieder das „wahre", wie in der Oppoſition): jeder Eintritt wird jetzt zwar 16′ ſpäter als in der Oppoſition erblickt; aber eben daraus folgt, daß ſich der Zeitraum zwiſchen je zwei ſucceſſiven Eintritten gleich lang finden muß. Dieſe doppelte Modification des Vorganges iſt wohl zu unterſcheiden. — Man könnte mir zwar einwenden, daß eine ſolche wirkliche Beobachtung in der Conjunction ſelbſt, wo Jupiter alſo hinter der Sonne ſteht, praktiſch nicht ausführbar ſey; allein mir liegt ob, die Sache unter dem theoretiſchen Geſichtspuncte völlig aufzuklären.

Jupiters und der Erde abſehenden) und den wirklichen (durch dieſe Veränderung afficirten) Momenten des Eintrittes eines Jupiter-Mondes in den Schattenkegel ſeines Planeten („Jupiter-Mondfinſterniſſe") heißt, wie ich, bevorwortetermaßen, erſt nach der voraufgehenden Explication, definiren kann, die „Lichtgleichung" *, und zwar die „große", weil ſie wegen der Excentricität der Jupitersbahn und der daher rührenden, ſie mit bedingenden Entfernungs-Vergrößerung oder Verkleinerung dieſes Planeten in den Oppoſitionen oder Conjunctionen **, noch eine Correction erfahren muß, welche man ihr unter dem Namen der „kleinen Lichtgleichung" entgegenſetzt. Das Argument jener „großen Lichtgleichung" iſt, dem Vorgetragenen gemäß, offenbar der Abſtand der Erde vom Jupiter; die „kleine" hängt, eben ſo offenbar, von der Anomalie dieſes Planeten ab; — und man ſieht außerdem leicht ein, daß, wie ich auch gleich Eingangs angedeutet habe, beide Gleichungen nicht auf den, wegen der Häufigkeit ſeiner Verfinſterungen zu dieſer Beobachtung nur beſonders geeigneten und als rechnendes Beiſpiel hervorgehobenen, erſten (innerſten, dem Planeten nächſten) Jupiter-Mond eingeſchränkt, ſondern vielmehr allen 4 Monden gleich ſehr gemein iſt.

Anlangend die Geſchichte dieſer vortrefflichen, im engſten Zuſammenhange mit der Theorie der Abirrung ſtehenden (und deßwegen auch ſchon dort, S. 11. erwähnten) Ermittlungen über die Geſchwindigkeit des Lichtes; ſo verdanken wir dieſe Entdeckung dem Olof Römer, einem Dänen von angeſehener Familie und eifrigen Liebhaber der Sternkunde, welcher ſich gegen Ende des 17. Jahrhunderts zu Paris aufhielt, und daſelbſt mit dem (uns bereits mehrfach bekannt gewordenen) älteren Caſſini, zwiſchen 1670 und 1675 viele Verfinſterungen * der Jupiter-Monde beobachtete. Sie hatten dabei gefunden, daß namentlich der erſte dieſer Monde ſelten zur berechneten Zeit aus (vergl. d. Anmerk. und die gleich anzuführende Figur) dem Schatten trat, wie denn z. B. dieſer Austritt am 9ten Novbr. 1676 um 10 Minuten ſpäter als im Auguſt bemerkt wurde, da die Erde dem Jupiter näher geſtanden hatte. Dieſe Austritte erfolgten auch immer noch ſpäter (die Beobachter bekamen dieſelben immer ſpäter zu Geſicht), je weiter ſich die Erde vom Jupiter entfernte, wogegen die wirkliche Erſcheinung der Eintritte früher Statt hatte als die berechnete, ſobald ſich die Erde (in der andern Quadratur) dem Jupiter näherte. Wenn die Erde, um jetzt eine (eben verſprochene) Figur (2 der Tafel III.) zu benützen, wie auch Lalande („Astronomie." §. 2897.) eine ſolche ſeiner Erzählung dieſer Römer'ſchen Entdeckung beifügt, durch O Q C, alſo durch die erſte Quadratur Q ging, wo man bequemer die Austritte bei a beobachtete, ſo wurden dieſelben immer ſpäter geſehen; und im Conjunctionspuncte C kamen ſie (wie es nach un-

* Bei dieſer Erklärung iſt, wie man leicht einſieht, das t der mittelbar voraufgehenden Anmerkung als Epoche (Terminus a quo) angenommen, und die Zeit, welche das Licht vom Jupiter bis zur Erde in der Oppoſition gebraucht und worauf ſich die frühere Anmerkung bezieht, als eine Conſtante, natürlich nicht weiter in Betracht gezogen worden.

** Ein weiteres Detail würde mich über meine Abſicht des Hervorhebens des Hauptpunctes: nämlich „des Zuſammenhanges zwiſchen der nur ſucceſſiven Lichtpropagation und der Verſpätung des Gewahrwerdens der Jupiter-Mondfinſterniſſe" hinausführen; man begreift aber von ſelbſt, daß die Entfernung des Jupiter in den Oppoſitionen oder Conjunctionen durch den Umſtand modificirt wird, ob dieſer Planet ſich zugleich in ſeinem Perihelium oder Aphelium befindet, welche Entfernungs-Verſchiedenheit der doppelten „Excentricität" gleich kömmt.

* Vergl. wieder d. A. Finſterniſſe, S. 538 und 539, wo zugleich die Gründe angeführt werden, aus welchen man in gewiſſen Fällen lieber die Aus-, und in andern Fällen vielmehr die Eintritte beobachtet, auf welche Auseinanderſetzung ich mich hier nicht neuerdings einlaſſen kann.

ſerer obigen Erklärung des Vorganges geſchehen mußte) in dieſer Art erſt ganze 14 bis 16 Minuten ſpäter wirklich zu Geſicht, als es nach einer auf den Oppoſitionspunct O bezogenen Rechnung (deren Reſultat wir deßwegen oben das „wahre“, durch Entfernungs-Veränderung nicht afficirte genannt haben) der Fall hätte werden ſollen; — beim Laufe der Erde durch die andere Hälfte CO ihrer Bahn aber (und alſo durch die entgegengeſetzte Quadratur bei Q′) wurden die, hier bequemer wahrnehmbaren Eintritte ſucceſſiv früher erblickt, als die Rechnungsdauer angab (ein nächſter Eintritt folgte hier — vergl. vorn — dem unmittelbar vorangegangenen ſchon nach $42^h\ 28'\ 28''$, ſtatt daß, in der Oppoſition O, $42^h\ 28'\ 42''$ alſo 14″ mehr, dazwiſchen verſtrichen). Römer verfiel ſogleich auf die richtige Erklärung dieſer Erſcheinungen, und trug die Sache der Akademie der Wiſſenſchaften in der Sitzung vom 22. Novbr. 1675 vor; da aber Descartes angenommen hatte, daß ſich das Licht „in instanti“ fortpflanze, und die Akademie damals noch ſehr Carteſianiſch geſinnt war: ſo fand Er Widerſpruch. Caſſini ſelbſt und (ſein Verwandter) Maraldi (Obſervator an der Sternwarte der Akademie) waren nicht ſogleich ſeiner Anſicht, wiewohl ſie ſich ſpäter dafür erklärten; Huygens und Newton dagegen gaben die Richtigkeit der Römer'ſchen Hypotheſe augenblicklich zu; und die Anwendung, welche der Engliſche Aſtronom Bradley bald nachher (1728) zur Darſtellung der Aberration (vergl. nochmals d. A. S. 16) davon machte, ließ endlich keinerlei weiteren Zweifel darüber zurück.

Ausführlicher und aſtronomiſch-techniſcher, wenn auch ſonſt vielleicht in derjenigen Hauptrückſicht, welche ich hier beſonders hervorzuheben hatte, nicht befriedigender, trägt Lalande die Theorie der „Lichtgleichung“ im ſchon citirten 18ten Buche ſeiner „Astronomie“ vor, womit man, was namentlich das Hiſtoriſche betrifft, Weidler's (des Wittenberger Mathematikers) überaus gründliche „Historia Astronomiae.“ Witteb. 1741. 4. S. 540 flgd. vergleichen mag. Tafeln endlich über beide (die „große“ und „kleine“) Lichtgleichungen gewährt unter andern die oft angeführte „Berliner“ Sammlung. III. 37. — mit welchen Notizen ich denn dieſen ſo höchſt intereſſanten Art. beſchließen kann.

Limbus; Limbus; *Limbe.* So wird, mit Anwendung auf aſtronomiſche Inſtrumente, namentlich der in ſeine Grade, Minuten u. ſ. w. eingetheilte „Rand“ des Quadranten benannt.

Linſengläſer, Glaslinſen, dioptriſche Linſen; Lentes dioptricae; *Verres dioptriques.* Gläſer von kreisförmigem Umfange, und deren eine oder beide Flächen eine kugelförmig* erhabene oder aber eine hohle Krümmung haben. — Nur vermittelſt der Gläſer von einer ſolchen „linſenförmigen“ Geſtalt kann, wie ich, um die Wichtigkeit des Gegenſtandes für uns zu bezeichnen, gleich hervorheben muß, diejenige Brechung der Lichtſtrahlen erlangt werden, wodurch die ganze Wirkung der (Refractoren) Fernröhre (vergl. d. A.) bedingt iſt; und ich bin daher gezwungen, mit beſonderm Bezuge auf jene Theorie der Brechung, und zwar der aus Luft in Glas und umgekehrt tretenden Lichtſtrahlen, in mehreres Detail über den Gegenſtand eingehen.

Die verſchiedenen Arten dieſer ſogenannten „Linſen“ zuvörderſt anlangend, ſo heißt ein ſolches Glas, wenn es auf

* Ich muß, einſchränkend, gleich bevorworten, daß man jetzt ausſchließend nur ſphäriſche „Linſen“ anwendet; Verſuche, den Zweck der Linſen durch eine elliptiſche oder hyperboliſche Geſtalt derſelben vollkommener zu erreichen, haben kein befriedigendes Reſultat gegeben, daher ich auch weiter gar nicht davon ſpreche. Ferner darf z. B. ein Uhrglas, obwohl es, indem auch eine ſeiner Seiten erhaben und die andere hohl iſt, bei der obigen Definition einbegriffen zu ſeyn ſcheint, doch nicht zu den „Linſen“ gerechnet werden, weil ſeine beiden Seiten parallel ſind (die Dicke des Glaſes überall gleich iſt), daher ein ſolches Glas die Strahlen (vergl. nun weiter im Texte) wie ein Planglas „bricht“.

beiden Seiten erhaben * iſt, ein Convexconvex, Biconvex (Lens utrinque convexa; *Verre convexo-convexe*, biconvexe oder doublement-convexe); iſt es auf der einen Seite erhaben, und auf der andern eben, ein Planconvex, eine „halbe Linſe“ im Gegenſatze der vorangehenden „ganzen“ (Lens plano-convexa; *Verre plan convexe*); und iſt es wieder nur auf der einen Seite erhaben, und auf der andern hohl, doch ſo, daß (ſ. d. Anmerk.) die Halbmeſſer der beiden Krümmungen ungleich ſind (der Halbmeſſer der — vergl. hinten — erhabenen Seite kleiner iſt), ein Meniskus (oder wegen der Aehnlichkeit ſeines Durchſchnittes mit der Mondſichel **) Mond (Meniscus, Lunula; *Ménisque*). Dieſe drei Arten haben das gemein, daß ſie in der Mitte dicker als gegen den Rand ſind; ſie machen zuſammen die Claſſe der erhabenen Linſen oder Convexgläſer (Lentes convexae; *Verres convexes*) aus, unter welcher letzteren Benennung, über das Allgemeinſte ihrer Eigenſchaften, aber mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, ſchon in einem eigenen Artikel gehandelt worden iſt. Nach dem verſchiedenen Gebrauche, den man von ihnen macht, erhalten ſie verſchiedene Namen; das „aſtronomiſche“ Fernrohr, in Bezug auf welches ſie (vergl. d. A.) für uns beſonders wichtig ſind, erfordert ſowohl zu ſeinem Objectiv als Ocular *, „Convexconvex“-Gläſer, „Linſen“ (Lentes; *Lentilles*, Verres lenticulaires), wie ſie dann, ihrer Geſtalt wegen, im eigentlicheren Verſtande heißen.

Die zweite Claſſe der Linſengläſer dagegen, die Claſſe der Hohlgläſer oder hohlen Linſen (Lentes concavae; *Verres concaves*) hat den gemeinſchaftlichen Charakter, in der Mitte dünner als am Rande zu ſeyn (welche ungleiche Dicke ein ſolches Glas eben vom oben erwähnten, überall gleich dicken „Uhrglaſe“ unterſcheidet): ein ſolches „Hohlglas“ iſt entweder auf beiden Seiten hohl, ein Concavconcav (Lens utrinque concava; *Verre concavo-concave*, wie wir ein ſolches eben im Ocular des Galilei'ſchen Fernrohres kennen gelernt haben), oder auf der einen Seite hohl und auf der andern eben, ein Planconcav, ein „einfaches Hohlglas“ im Gegenſatze des vorangehenden „doppelten“ (Lens plano-concava; *Verre plan concave*), oder aber wieder nur auf der einen Seite hohl, und auf der andern erhaben (doch ſo, daß hier der Halbmeſſer der hohlen Seite kleiner ** iſt, wodurch ſich dieß Glas vom „Meniskus“ unterſcheidet, bei welchem (vergl. oben — vielmehr der Halbmeſſer der erhabenen Seite kleiner ſeyn muß), ein Concav-convex (Lens concavo-convexa; *Verre concavo-convexe*).

Bei allen dieſen Glaslinſen heißt ſo-

* Eine ſolche Linſe heißt dabei „gleichſeitig“, wenn die Krümmungshalbmeſſer ihrer Vorder- und Hinterfläche gleich ſind; im entgegengeſetzten Falle „ungleichſeitig“. Von der Berückſichtigung dieſes Unterſchiedes bei der Einrichtung der „Linſen“ für Fernröhre habe ich in dem auch oben citirten beſondern Art. Convexgläſer gehandelt, wohin ich, gleichwie wegen der achromatiſchen und aplanatiſchen Linſen, auf den andern eigenen Art. Achromatiſch verweiſen muß; bei den hier anzuſtellenden Betrachtungen bleiben dieſe Rückſichten ohne beſtändige Erwähnung. — Ich bevorworte auch dieß gleich ausdrücklich, und erinnre alſo nur noch gelegentlich daran.

** Dieſe Aehnlichkeit tritt beſonders in einer Figur, welche natürlich nur den Durchſchnitt angeben kann, deren Beibringung ich aber nicht einmal nothwendig gefunden habe, hervor.

* Für Leſer, denen die Sache aus dem citirten Art. nicht gleich erinnerlich ſeyn ſollte, hebe ich nochmals hervor, daß ich vom „aſtronomiſchen“ Fernrohre ſpreche; Ihr gewöhnliches (Theater-Perſpectiv, Galilei'ſches-) Fernrohr hat dagegen (zwar auch ein „convexconvexes“ Objectiv, aber) ein „concavconcaves“ Ocular.

** Mit andern Worten: „daß die Höhlung in das Kugelſegment nach einem kleineren Halbmeſſer hineingeſchliffen, und alſo hier der Charakter der Concavität überherrſchend iſt“.

dann die Linie, in welcher die Mittelpuncte der Krümmungen liegen, die *Axe der Linſe*, und der in die Mitte der letzteren fallende Axenpunct der *optiſche Mittelpunct*; eine Linſe aber iſt „richtig *centrirt*“, wenn alle ihre Theile ſymmetriſch um die Axe geordnet ſind, welche Bedingung bei den folgenden Betrachtungen ſtillſchweigend ſtets vorausgeſetzt wird. Verſtanden werden, nach Andeutung der Definition, bei dieſer Unterſuchung, zunächſt bloß Linſen von *Glaſe* (obwohl, wie ich hier jedoch nur *hiſtoriſch* erwähne, für einzelne Fälle auch Linſen von reinen durchſichtigen *Edelſteinen* in Gebrauch gekommen ſind); und man bedient ſich, bei der wirklichen Anfertigung, dazu des weißen Spiegelglaſes (auf welches ſich alſo die hier zu machende Anwendung der *Theorie der Brechung* der Lichtſtrahlen aus Luft in Glas, und umgekehrt, beſchränkt, wogegen, wie ich nachmals erinnern wollte, die beim Gebrauche anderer *beſonderer* Glasarten, wie des *Flint*- und *Crown*-Glaſes, für die daraus *zuſammgeſetzten** Linſen der Refractoren, eintretenden Modificationen im ſchon citirten Art. *Achromatiſch* beſonders erörtert ſind).

Bei dergleichen „richtig centrirten“ Linſen können, wie man ohne weiteres zugibt, die *Flächen um die Mitte* als *parallel* angeſehen werden; iſt hiernach die Dicke der Linſe nicht zu beträchtlich, ſo läßt ſich (vergl. *Brechung*, auf deren angekündigte Anwendung ich alſo jetzt komme, S. 128. Satz 4.) ohne Fehler annehmen, daß *jeder* („ſchief“, denn bei ſenkrechten verſtände es ſich demgemäß von ſelbſt) *auf die Mitte einer Linſe fallende Strahl ungebrochen durchgehe*; eine Grundbedingung bei dem Folgenden, und welche ich daher beſonders wohl in das Auge zu faſſen bitte.

Man nennt, wie ich noch bevorworten muß, bisweilen eine Glaslinſe einzöllig, zweizöllig, dreifüßig u. ſ. w., wenn der Krümmungs*durch*meſſer 1 Zoll, 2 Zoll, 3 Fuß u. ſ. w. beträgt, welcher Ausdruck alſo die *Krümmungsgleichheit* der Vorder- und Hinterfläche vorausſetzt; da aber die beiden Krümmungen auch *ungleich* ſeyn können, wie beim *Convexconvex* (vergl. die dießfallſige obige Anmerk.) *ſehr oft*, und beim *Meniskus* ſogar (nothwendig) *immer*, ſo werde ich dieſen Ausdruck, wenigſtens ohne nähere Beſtimmung, nicht anwenden.

Die Theorie der Linſengläſer, als Grundlage der ganzen Lehre von den *Fernröhren*, iſt für uns von der größten Wichtigkeit, und muß daher, wie auch gleich Eingangs d. A. bevorwortet iſt, hier mit einer gewiſſen Ausführlichkeit vorgetragen werden, wozu die, für *einzelne* A. A. ohnedieß ausbedungene Mit-Anwendung einiger Formelſprache unentbehrlich ſeyn wird. Ich werde dabei zunächſt und bloß einleitend, die Brechung des Lichtes durch eine *einzelne* krumme-, die *Kugel*-Fläche, hierauf aber die Brechung durch „*Linſengläſer*“, alſo durch *zwei* Flächen, betrachten, daraus die *Eigenſchaften dieſer Linſengläſer* herleiten, und ſodann, *viertens*, zeigen, wie ſich *die durch dergleichen Gläſer wahrgenommenen Gegenſtände darſtellen*.

Brechung * durch eine Kugelfläche.

Wenn PQ (Tafel III. Fig. 3.) den Durchſchnitt einer Kugelfläche vom Halbmeſſer CA vorſtellt, ſo läßt ſich der Weg

* Ich ſetze nämlich, um es nochmals hervorzuheben, bei der, erwähntermaßen, jetzt zu machenden Anwendung der Theorie der Brechung auf die Linſengläſer, nur ſolche, *nicht weiter zuſammgeſetzte* (homogene) *Linſen von Einem und demſelben* (dem weißen Spiegel-) Glaſe, alſo auch nur von *Einerlei* Brechungsvermögen, voraus, und abſtrahire *hier* ganz von *achromatiſchen*, aus *mehreren* Glasarten, von *verſchiedenem Brechungsvermögen* zuſammengeſetzten Linſen, über welche ſich, gleichwie über *aplanatiſche* Linſen, der oben citirte beſondere Art. *Achromatiſch* verbreitet.

* Ich bin hierbei freilich gezwungen, die allgemeinen Geſetze und Ausdrücke der Theorie der *Brechung* als bekannt vorauszuſetzen, oder aber die Leſer wiederholentlich um vorherige Vergleichung dieſes Artikels zu erſuchen. Eine vollkommne

des Lichtſtrahls B P, nach der Brechung bei P, bloß durch Zeichnung finden. Denn das Einfallsloth iſt alsdann die aus dem Mittelpuncte C der Kugel durch P gezogene Gerade C L, und die Fläche des Papiers gibt die Brechungsebene ab, in welcher alſo auch der gebrochene Strahl fortgeht; B P L aber bildet den als gegeben vorausgeſetzten Einfallswinkel (x), und deſſen Sinus man demnach aus den Tafeln nehmen kann.

Iſt nun das Brechungsverhältniß m : n, d. h. hat man
sin d. Einfallswinkels (x) : sin d. Brechungswinkels (y) = m : n, ſo findet ſich $\sin y = \frac{n}{m} \sin x$, und dem zu Folge der Winkel y ſelbſt, welcher an C L bei P angeſetzt, die Richtung P V angibt, welche der (bei P Einmal gebrochene) Strahl B P annimmt und (vergl. unten, abgeſehen von neuer Brechung, als worauf ich erſt unten komme) verfolgt.

Nun ſoll aber, bevorworteter maßen, hier (zuerſt) nur von Glasflächen, in welche die Strahlen aus Luft eintreten (und hernach vom umgekehrten Falle), die Rede ſeyn, wobei m : n bekanntlich = 3 : 2 iſt, daß alſo $\sin y = {}^2/_3 \sin x$ wird, für welchen Sinus ſich, wenn x nicht über 30° beträgt, ohne merklichen Fehler $y = {}^2/_3\, x$ ſelbſt ſetzen läßt*. Dieß erleichtert die Zeichnung noch mehr: man darf nur zwiſchen den Schenkeln des Winkels C P R (Scheitelwinkel des Einfallswinkels B P L) mit beliebigem Halbmeſſer einen Bogen beſchreiben, denſelben (vergl. d. Fig.) in drei gleiche Theile theilen, und zwei davon für das Maß von y nehmen.

Auf dieſe Art findet man leicht, daß Strahlen, welche auf die Kugelfläche Q (Fig. 4.) mit der Axe (dem Kugel-Halbmeſſer) A C parallel auffallen, nach der Brechung aus Luft in das Glas der Kugel, in letzterer eine Richtung (einſchlagen und) verfolgen, welcher gemäß ſie ſich (abgeſehen, wie ich oben ſage, von einer neuen Brechung beim Wiederaustritte aus der Glaskugel in Luft, und auf welchen Umſtand ich alſo erſt nachher komme) bei V, wo A V = 3 A C, d. h. in einer Entfernung von 3 Kugel-Halbmeſſern von A unter ſich und mit der (verlängerten) Axe vereinigen würden. — Dieſen Satz hat ſchon der große, nicht bloß um die Aſtronomie, ſondern auch um die Dioptrik (vergl. d. A.) verdiente Kepler: „Dioptrice s. demonstratio eorum, quae visui et visibilibus propter conspicilla non ita pridem inventa accidunt. Auct. *Kepler*". Aug. Vind. 1611. 4. prop 35 sqq.

Weit allgemeiner aber kann man die Brechung in Kugelflächen durch folgende Rechnung beſtimmen.

Es ſey (wieder Fig. 3. unſerer Tafel III.) Q P die Fläche einer Kugel vom Halbmeſſer C A = r, durch welche Kugel der in A ſenkrecht einfallende Strahl B V, dem vorn hervorgehobenen Brechungsgeſetze gemäß, ungebrochen durchgeht, und die Axe vorſtellt: ein leuchtender Punct B in dieſer Axe, deſſen Abſtand B A von der Kugel = b, ſende auf ſie den Strahl B P, welcher nach dem Brechungs-Verhältniſſe m : n gegen P V gebrochen wird; man fragt, wo dieſer gebrochene Strahl (mit der, um es zu wiederholen, bei dieſer einzigen Brechung erhaltenen, weiter unverändert angenommenen Direction) die Axe erreichen werde, d. h. man ſucht A V.

Vorausgeſetzt, daß P nahe bei A liege, und daß alſo die, ſich aus dem Vorangehenden und bei dem bloßen Anblicke der Figur ergebenden Winkel t, o, x, y, u klein ſind, verhalten ſich t, o, u, umgekehrt wie b, r, A V; und x (der Einfallswinkel) iſt zu y (dem Brechungswinkel) = m : n; daher kommt o : t = b : r*; und da x, als äußerer Winkel = o + t, o : x = b : b + r, welches, verbunden mit der Pro-

Abrundung des gegenwärtigen Vortrages in ſich ſelbſt, wie ich ſie mir ſonſt zur Aufgabe mache, ſcheint unthunlich.

* Sey x = 30°, ſo wird y alſo = $^2/_3$ x = 20°; der Sinus von 30° iſt = 0,5, von 20° = 0,342; und man hat in der That nahe 5 : 3,42 = 3 : 2: der Winkel von 30° verhält ſich unmittelbar zum Winkel von 20°, faſt wie der Sinus jenes : zum Sinus dieſes Winkels.

* Man hat . C P : P A = 1 : sin o,
und . . . B P : P A = 1 : sin t,

portion . . $x : y = m : n$,

ferner . . $o : y = mb : nb + nr$ gibt; hieraus folgt $o - y : o = (m - n)\,b - nr : mb$, und (wegen der Gleichheit $o - y = u$) . . . $u : o = (m-n)\,b - nr : mb$; man hat aber auch $u : o = r : AV$,

und demnach $AV = \dfrac{mbr}{(m-n)\,b - nr}$,

oder für den vorliegenden Fall der Brechung aus Luft in Glas, wo wir $m = 3$, $n = 2$ fanden, das geſuchte . . $AV = \dfrac{3r}{1 - \dfrac{2r}{b}}$.

Aus dieſer Formel, auf welche, gleichwie auf die zu ihrer Darſtellung dienenden Sätze, wir in der alſo gleich folgenden Betrachtung der „Linſengläſer“ ſelbſt, immer Bezug zu nehmen haben werden, läßt ſich nun, bevorworteter maßen, Alles ableiten, was zunächſt über die Brechung durch eine Kugelfläche gefragt werden kann.

1. Sind die einfallenden Strahlen (nochmals Fig. 4.), wie wir dieſen, unten ſpeciell anzuwendenden Fall ſchon vorn bloß zeichnend behandelt haben, mit der Axe parallel, ſo iſt b oder AB unendlich* groß, daher der Bruch $\frac{2r}{b}$ (von alſo auch unendlich großem Nenner) verſchwindet, und AV wieder $= 3r$ wird: die Strahlen laufen dann (vergl. oben) ſo, daß ſie ſich in V vereinigen würden.

2. Iſt BA dem Durchmeſſer der Kugel gleich (in welchem, wie im folgenden Falle — vergl. d. Anmerk. — ein Strahlenkegel auf das Glas fällt), alſo $b = 2r$, oder $b - 2r = o$, ſo wird AV unendlich groß*, d. h. die Strahlen vereinigen ſich dann gar nicht, ſondern laufen, nach der Brechung, mit der Axe parallel.

3. Iſt BA kleiner als der Durchmeſſer, z. B. nur dem Halbmeſſer gleich, oder $b = r$, ſo wird $AV = -3r$** d. h. negativ: den Strahlen widerfährt das, was der Vereinigung entgegengeſetzt iſt; ſie werden zerſtreuet (divergent, als ob ſie aus einem, um 3r vor der Kugelfläche liegenden Puncte kämen).

4. Der nämliche Fall tritt ein, wenn die Kugelfläche QP hohl, und ihr Halbmeſſer demnach von entgegengeſetzter Lage, mithin negativ, $-r$ iſt, wodurch $AV = \dfrac{-3rb}{b + 2r}$ wird.

5. Sind die Strahlen ſchon vor der Brechung convergent, ſo liegt der Punct (B) der Axe, gegen welchen ſie gerichtet ſind, hinter A, oder b wird negativ, wofür die Formel AV =

woraus, da $CP = CA = r$, und $BP = BA = b$ . . . $o : t = b : r$, wie oben kommt; die vorausgeſetzte Nähe von P bei A erlaubt dieſe Annahmen, namentlich die ſchon vorn hervorgehobene Subſtitution des Verhältniſſes der Winkel ſelbſt ſtatt des Verhältniſſes ihrer Sinus.

* Nur die von einem „unendlich“ entfernten leuchtenden Puncte anlangenden Strahlen, dürfen als parallel angeſehen werden; von einem näheren Puncte ſind ſie, wie man ohne weiteres zugibt, divergent: der Strahlenkegel verwandelt ſich bloß in jenem Falle in den Strahlen-Cylinder (der Figur). Man muß dieß beim Verfolge der obigen Auseinanderſetzungen im Auge behalten.

* Man gebe, um Dieß noch ſchneller zu überſehen, unſerer Gleichung $AV = \dfrac{3r}{1 - \dfrac{2r}{b}}$ die Geſtalt $AV = \dfrac{3r}{\dfrac{b-2r}{b}} = \dfrac{3rb}{b-2r}$, alſo für $b = 2r$, $= \dfrac{3rb}{o}$.

** $AV = \dfrac{3rb}{b-2r}$, alſo für $b = r$, $= \dfrac{3r^2}{-r} = -3r$.

$\frac{-3rb}{-b-2r} = \frac{3rb}{b+2r}$ wird: ſolche Strahlen bleiben bei einer erhabenen Fläche, wo r poſitiv iſt, allezeit convergent; bei einer hohlen, wo r negativ, werden ſie parallel, wenn $b = 2r$, und divergent, wenn $b > 2r$.

6. Für Brechung aus Glas in Luft, worauf ich nunmehr komme, wird das Brechungs-Verhältniß (umgekehrt) n : m; alſo verwechſeln m und n ihre Stellen, und es wird $AV = \frac{nbr}{(n-m)b-mr}$, der, für $n = 2$, $m = 3$, $= \frac{2br}{-b-3r}$ $= -\frac{2br}{b+3r}$. Der negative Werth dieſes Ausdruckes zeigt, daß bei einem ſolchen Brechungsfalle erhabene Glasflächen die divergenten Strahlen zerſtreuen; für hohle Flächen und divergente Strahlen hat man r−, und wenn die Strahlen dabei convergent ſind, b negativ zu ſetzen. Um dieß Alles in Ein Beiſpiel zuſammenzufaſſen, nehme man an, die Strahlen, welche (Fig. 4.) ſchon durch die Vorderfläche der Glaskugel ſo gebrochen waren, daß ſie, wie vorn gezeigt iſt, die Richtung nach V haben, gingen an der Hinterfläche q p erſt wieder aus dem Glaſe in die Luft (erlitten alſo hier die oben ausgeſchloßne zweite Brechung), und man ſuche v (oder av), wo ſie ſich nach dieſer zweiten Brechung wirklich vereinigen müſſen: ſo iſt wegen der hohlen Fläche q p, und der Convergenz der Strahlen, ſowohl r als b negativ, und a V d. h. b auch $= AV - Aa = 3r$* $- 2r = r$, daher $av = \frac{2rr}{r+3r}$** $= \frac{1}{2}r$ kommt, welcher Ausdruck zugleich den Satz erweiſt, daß eine Glaskugel Parallelſtrahlen hinter ſich in der Weite ½ r vereiniget*, oder daß die Brennweite einer Glaskugel dem vierten Theile ihres Durchmeſſers gleich iſt.

* A V war nämlich, wie meine Leſer ſich erinnern, vorn $= 3r$ ermittelt worden.

** av wird unter der Bedingung gefunden, daß im voranſtehenden Ausdrucke für A V, nämlich in $\frac{-2br}{-b+3r}$, ſowohl r als b negativ, und b zudem $= 3r - 2r$, oder daß (wegen des negativen Zeichens für beide) $-b = -3r + 2r$, alſo $-b = -r$, d. h. $+b = +r$ ſey, durch welche Subſtitution a v wie oben, $= \frac{1}{2}r$ kömmt.

Mit dieſen, wie geſagt, bloß vorbereitenden Sätzen, gehen wir nun zu unſerm eigentlichen Gegenſtande, zur

Brechung durch „Linſengläſer.“

Hinter der Glas-Kugelfläche Q A P (Tafel III. Fig. 5. für welche Alles ſo wie bei Fig. 3. iſt) gehe der bei P gebrochene Strahl P V durch eine zweite, alſo die Hinterfläche einer Glaslinſe bildende Kugelfläche Q D R vom Halbmeſſer $ED = \rho$, aus dem Glaſe wieder in Luft über, ſo nimmt dieſer Strahl dabei auch die, durch das obige Brechungs-Verhältniß n : m beſtimmte, neue Richtung R F an; der Punct, wo er, dieſer Richtung gemäß, die Axe erreicht, heiße F: man ſucht $DF = \varphi$.

Vorausgeſetzt, daß die Dicke (A D) der Linſe unbeträchtlich iſt, und P, wie vorher, hinreichend nahe bei A liegt, verhalten ſich die Winkel o, p, v (deren Bedeutung wieder aus dem bloßen Anblicke dieſer Fig. 5. und ihrer Vergleichung mit Fig. 3. erhellt) umgekehrt wie r, ρ, φ; auch iſt $w : z = n : m$**.

* Ohne dieſe zweite Brechung würde die Vereinigung (vergl. vorn) erſt in einer Weite $= 3r$ erfolgt ſeyn; die Brechung aus Glas in Luft (aus dem dichteren in das dünnere Mittel) vergrößert den Brechungswinkel, und bewirkt alſo (die Vergleichung der folgenden Fig. 5. zeigt es recht augenſcheinlich) eine frühere Vereinigung. — Ich weiß, daß viele Leſer eine ſolche allgemeinere Darſtellung der Gründe des Vorganges der ſtrengen analytiſchen Entwicklung vorziehen, und bringe die Anmerkung darum auch noch bei.

** Der Winkel z nämlich iſt $= FRG$ $= W +$ der Vergrößerung, welches W durch die Ablenkung des Strahles P V in die neue Richtung R F er-

Man hat daher . . . . $v : p = \rho : r$,
und . . . . $u : o = (m-n)\,b - nr : mb$,

hieraus aber . . . . $u : p = (m-n)\,b\rho - nr\rho : mbr$;
ferner iſt (indem $w = p + u$) $p : w = mbr : mbr + (m-n)\,b\rho - nr\rho$,
welches, verbunden mit . . $w : z = n : m$,

gibt . . . . $p : z = nbr : mbr + (m-n)\,b\rho - nr\rho$;
und da außerdem . . . . $v = z - p$,
ſo erhält man $v : p = mb\,(r+\rho) - nb\,(r+\rho) - nr\rho : nrb = (m-n)\,b\,(r+\rho) - nr\rho : nbr$;
es iſt aber auch $v : p$ . . . . $\rho : \varphi$,

woraus alſo das geſuchte $\varphi = \frac{nbr\rho}{(m-n)\,b\,(r+\rho) - nr\rho}$, oder da $n = 2$, $m = 3$,

$$= \frac{2br\rho}{b\,(r+\rho) - 2r\rho} = \frac{2r\rho}{r+\rho-\frac{2r\rho}{b}}$$

hervorgeht, eine Formel, welche wir mit A bezeichnen wollen. Unter den gemachten Vorausſetzungen gibt dieſelbe für alle Strahlen, welche, vom leuchtenden Puncte, zwiſchen A und P einfallen, Einerlei F; und alſo wird das Licht, welches in einem Kreiſe vom Halbmeſſer AP um A, auf die Linſe fällt, von allen Seiten her, in dieſem Puncte F vereiniget. Derſelbe heißt daher der Vereinigungspunct, oder, weil ſich in ihm zugleich der leuchtende Punct B wieder abbildet, der Ort des Bildes (vergl. hinten); DF (φ) aber iſt die Vereinigungsweite, der Abſtand des Bildes vom Glaſe (von der Hinterſeite der Linſe). Wird der Werth von φ negativ, ſo fällt F vor das Glas: die Strahlen laufen dann hinter demſelben ſo auseinander, als ob ſie aus F herkämen; in dieſem Falle erhält F den Namen Zerſtreuungspunct, DF (φ) wird die Zerſtreuungsweite, und es entſteht kein Bild*.

Sind die einfallenden Strahlen der Axe parallel, oder iſt (man vergleiche vorn) b unendlich groß, ſo verſchwindet $\frac{2r\rho}{b}$, und es wird $DF = \frac{2r\rho}{r+\rho}$, welcher, ſchon oben hervorgehobene Umſtand namentlich eintritt, wenn die einfallenden Strahlen von der (als ein „unendlich weit" entferntes Geſtirn angenommenen) Sonne herkommen; und weil dieſe Strahlen dann im „Vereinigungspuncte" F brennen, ſo heißt derſelbe nunmehr der Brennpunct (Focus; *Foyer;* nämlich — vergl. d. beſondern A. — hier bloß im optiſchen Sinne), gleichwie DF die Brennweite der Linſe* (Distantia focalis; *Distance du foyer*, — Ausdrücke, welche, unter unſerm aſtronomiſchen Geſichtspuncte, auch vorn ihre Anwendung finden). Man nenne dieſe „Brennweite" f, ſo iſt alſo

B.) $f = \frac{2r\rho}{r+\rho}$ (oder für $\rho = r$, auch $= r$); und wenn man in die obige

fährt. Die bloße Brechung im Glaſe würde dem Strahle die Richtung RV (den Winkel VRG mit dem Ausgangslothe EG) anweiſen; die neue Brechung in Luft (aus dem dichteren Mittel des Glaſes in letzteres dünnere Mittel) vergrößert aber dieſen Winkel, den Scheitelwinkel von ERP = w, um FRV, daher Winkel Z, wie ich ſage, = FRG kommt. — Einige Aufmerkſamkeit werden meine Leſer freilich anwenden müſſen.

* Die ganze Wichtigkeit dieſer Sätze, welche ſonſt unfruchtbar erſcheinen könnten, erhellt erſt aus Betrachtung der Anwendungen, die man von den „Linſengläſern" bei der Conſtruction der Fernröhre macht; ich bitte daher, dieſen Artikel, auf welchen ich ohnedieß nachher zurückkommen muß, alsbald zu vergleichen.

* Dieſe „Brennweite" iſt alſo (vergl. hinten) die „Vereinigungsweite" ſolcher Strahlen, welche von einem „unendlich" (ſehr) weit entfernten, leuchtenden Puncte (Geſtirn) auf die Linſe fallen, womit es die Aſtronomie eigentlich allein zu thun hat. Ich muß den Gegenſtand hier indeß in ſeiner obigen Ausdehnung behandeln.

Gleichung A, für $\frac{2r\rho}{r+\rho}$ das gleiche f aus dieſer letzteren Gleichung B.) ſubſtituirt, ſo kommt

C.) $\varphi = \frac{bf}{b-f}$*, welcher analytiſche Ausdruck, in Worte überſetzt, lehrt, daß die „Vereinigungsweite gleich dem Producte des Abſtandes (b) des leuchtenden Punctes von der Linſe, in die „Brennweite“ (f) dieſer Linſe, dividirt durch beider Differenz (b — f), iſt**. Durch dieſe Formeln B.) und C.) läßt ſich nun, wie man bei ihrem bloßen Anblicke findet, aus den Halbmeſſern (r und ρ) der beiden Krümmungen die Brennweite (als die für die Aſtronomie, nachgewieſenermaßen, eigentlich nur in Betracht kommende Bedingung), und aus dieſer die „Vereinigungsweite“ (oder, auch umgekehrt, aus Kenntniß der letzteren jene Brennweite) folgern. Es ſey, um Dieß mit Bezug auf mehrere Umſtände, in Einen Fall zuſammenzufaſſen, z. B. für einen Meniskus, der Halbmeſſer der erhabenen Fläche = 3 Zoll, der hohlen (für welche derſelbe alſo negativ wird) = 4 Zoll; ſo erhält man aus B.) die „Brennweite“ (f) dieſes Meniskus = $\frac{2.3.4}{4-3}$ = 24 Zoll; die „Vereinigungsweite“ dagegen der Strahlen zum Bilde eines Gegenſtandes, welchem wir den Abſtand (b) von 36 Zoll beilegen wollen, findet ſich bei dieſer Linſe ſodann aus C.), und mit Bezug auf das eben ermittelte f, = $\frac{36.24}{36-24}$ = 72 Zoll*.

Beim Hohlglaſe thut man am beſten, gleich den Werth von — f und — φ zu ſuchen, woraus unmittelbar die vor das Glas fallenden Zerſtreuungsweiten für unendlich entfernte Gegenſtände (Geſtirne), gleichwie für nähere, folgen. Iſt z. B. beim Concavconcav der Halbmeſſer der einen Fläche = 2 Zoll, der andere = 6 Zoll, ſo wird — f = $\frac{2.2.6}{2+6}$ = 3 Zoll; und wenn ein Gegenſtand z. B. 6 Zoll weit von dem Glaſe abſteht, ſo wird — $\varphi = \frac{3.6}{3+6}$ = 2 Zoll, d. h. die Strahlen divergiren, nach (in Folge) der durch das „Hohlglas“ erlittenen Brechung ſo, als ob ſie aus einem 2 Zoll (alſo — vergl. unten — näher) vor dem Glaſe belegenen leuchtenden Puncte ausgingen.

Dieß iſt nun der Inbegriff der Sätze über die „Brechung durch Linſengläſer“, woraus wir, unter Mitbenützung der darauf begründeten, folgenden Betrachtungen, das Erforderliche für die Theorie der Fernröhre im letzteren Vortrage (S. 430 flgd. 438 und 440.), und mit Verweiſung wegen der Beweiſe hierher, anticipirt haben. In der analytiſchen Entwicklung bin ich dabei meinem verewigten Lehrer, dem würdigen, uns als Verfaſſer des viel citirten „Phyſikal. Wrtb.“ hinreichend bekannten, Leipziger Naturforſcher Gehler gefolgt, deſſen Behand-

* Die Gleichung A lautete $\varphi = \frac{2r\rho}{r+\rho-\frac{2r\rho}{b}}$; man gebe ihr, Zähler und Nenner durch r + ρ dividirend, die Geſtalt $\frac{\frac{2r\rho}{r+\rho}}{1-\frac{2r\rho}{(r+\rho)b}}$, und ſetze dann für $\frac{2r\rho}{r+\rho}$ das gleiche f.

** Iſt demnach b ſo groß, daß f (im Nenner des Bruches $\frac{bf}{b-f}$ dagegen verſchwindet, ſo wird, wie ich ſage und namentlich in Bezug auf d. A. Fernrohr, S. 431. hervorhebe, auch hinten wiederhole, $\varphi = \frac{bf}{b}$ = f, d. h. die „Vereinigungsweite“ iſt dann der „Brennweite“ gleich.

* Die Formel $\varphi = \frac{bf}{b-f}$ zeigt außerdem, daß es dabei gleichgiltig bleibt, welche Seite der Linſe man dem Objecte zukehre, indem, ſo wie b, auch ſtets φ entgegengeſetzt fällt.

lung des Gegenſtandes mir für unſere Zwecke und nach Maßgabe der bevorworteten Ausſchließung der achromatiſchen Linſen, derentwegen ich nochmals auf den beſondern Art. Achromatiſch verweiſe, als die angemeſſenſte erſchienen iſt; — und ich wende mich alſo, Plan = gemäß, nunmehr ſogleich zu den

Eigenſchaften der Linſengläſer.

Wenn auf eine erhabene Linſe aus einem leuchtenden Puncte divergirende (von „parallelen“ iſt gleich beſonders die Rede) Strahlen fallen, ſo werden ſie, wie die weitere Erwägung unſerer Formeln, in Verbindung mit dem unten Folgenden, zeigt, nach der Brechung 1) weniger divergirend, wenn der Abſtand (b) des Punctes vom Glaſe kleiner als die Brennweite (f) iſt; 2) parallel, wenn b gleich f; 3) convergirend, wenn b größer als f iſt. Im letzteren (dem für uns eigentlich intereſſanten, ſogleich noch näher zu beſtimmenden) Falle, vereinigen ſich dieſe Strahlen wieder in einem Puncte, und es entſteht hinter dem Glaſe ein Bild des leuchtenden Gegenſtandes (eben dasjenige „Bild“, auf welches ſich unſere ganze Theorie namentlich des „aſtronomiſchen“ Fernrohres — vergl. d. A. durchweg — bezieht):

Mit dieſem Bilde geht es ſo zu. Der Punct A des Gegenſtandes B A (Tafel III. Fig. 6) wirft einen Strahlen-Kegel (resp. den ſchon oben nachgewieſenen Strahlen = „Cylinder“) auf die Linſe D E, deſſen Strahlen ſich, wenn $AC = b$, und $CF\ (< AC) = f$ iſt, in a, wo $Ca = \varphi$ *, wieder ſammeln; eben ſo wirft der Punct B deſſelben Gegenſtandes einen zweiten Strahlenkegel auf die Linſe, deſſen Hauptſtrahl B C, indem er die Mitte der Linſe trifft (wie ich deßhalb oben ſo ſorgfältig bevorwortet habe), ungebrochen fortgeht, und mit welchem ſich alle übrigen Strahlen dieſes letzteren Kegels bei b (convergirend) vereinigen, und hier das Bild des Punctes B machen. Von allen zwiſchen A und B liegenden Puncten fällt das Bild in gleicher Art auch zwiſchen b und a; und ſolchergeſtalt entſteht aus den Einzel = Bildern dieſer ſämmtlichen Puncte das Bild ab des ganzen Gegenſtandes B A, welches, wie der Anblick der Figur am beſten lehrt, wegen des Kreuzens der Strahlen in C, umgekehrt erſcheint.

Wenn der Gegenſtand A B ſehr entfernt (z. B. ein Geſtirn), oder alſo b, wie wir uns ausgedrückt haben (vergleichsweiſe), unendlich iſt, ſo daß die auffallenden Strahlen demnach ſtatt zu divergiren, parallel werden, und ſich der „Strahlen-Kegel“ in einen „Strahlen-Cylinder“ verwandelt, welches eben den vorgeſehenen, auch ſchon vorn hervorgehobenen Fall abgibt; ſo wird $\varphi = f$, d. h. wie geſagt, Bilder „unendlich“ (ſehr weit) entfernter Gegenſtände (namentlich der Sonne, kurz jedes Geſtirns) fallen in den Brennpunct (oder vielmehr in den, denſelben umgebenden Raum, den „Brenn = Raum“). Rückt der Gegenſtand dem erhabenen Linſenglaſe näher, ſo rückt das Bild dagegen vom Brennpuncte (vom Glaſe, hinterwärts) weiter ab; und es kann alſo der Linſe kein Bild näher als ihr Brennpunct zu liegen kommen *. Wird die Entfernung des Gegenſtandes der doppelten Brennweite gleich, $b = 2f$, ſo wird (wie man durch Subſtitution von 2 f für b, in der Gleichung C.) $\varphi = \frac{bf}{b-f}$, alsbald findet), auch $\varphi = 2f$, oder ſein Bild rückt in eben dieſe Entfernung hinter dem Glaſe, und iſt alsdann eben ſo groß als der Gegenſtand **. Tritt der Gegenſtand noch

* Man überſehe hierbei nicht den Unterſchied zwiſchen Brenn- und Vereinigungs-Weite, welcher alſo nur erſt im gleich folgenden Falle paralleler Strahlen verſchwindet.

* Ich erinnre die Leſer daran, daß Sie hier nur noch mit divergent oder parallel, alſo vom Object unmittelbar auf die Linſe fallenden Strahlen zu thun haben; für convergente und demnach ſchon gebrochene ſolche Strahlen, von denen ſpäter die Rede ſeyn wird, ändert ſich, wie ich deßwegen bevorworte, das obige Verhältniß.

** In Bezug auf dieß Größenverhältniß zwiſchen Gegenſtand und Bild: In den ähnlichen Triangeln C B A und C a b

näher an das Glas, ſo tritt das Bild wieder weiter ab, und wird nun größer; und ſteht der Gegenſtand im Brennpuncte ſelbſt (iſt $b = f$), ſo wird φ ($= \frac{bf}{b-f}$, alſo in dieſem Falle $= \frac{bf}{o}$) unendlich, das Bild fällt in eine unendliche Entfernung hinaus, d. h. die zur Bildung deſſelben dienen ſollenden Strahlen convergiren dazu nicht mehr, ſondern werden parallel, woraus man den Satz hat: Strahlen, welche aus dem Brennpuncte eines erhabenen Glaſes (alſo divergent) auf daſſelbe fallen, laufen nach der Brechung parallel*. Wenn aber (wie ich, obwohl der Umſtand nicht eigentlich mehr vor unſer aſtronomiſches Forum gehört, doch der Vollſtändigkeit wegen, hier noch mit anführe) das Object endlich der Linſe noch näher, als ihr Brennpunct (wenn es in eine noch geringere als die Brenn-Weite von ihr) gerückt wird, ſo entſteht gar kein Bild mehr, indem die Strahlen dann, auch nach der Brechung, noch divergent bleiben; dieſe Strahlen, welche wir wieder vom Puncte A unſerer Fig. 6. auslaufend annehmen wollen, werden ſich aber doch, rückwärts verlängert, zu einem näher vor der Linſe liegenden Puncte α vereinigen laſſen, welchen man als ein unſichtbares Bild von A betrachten kann. Dieß zeigt auch die Formel C.), welche, wenn $b < f$ iſt, ein negatives φ, oder eine Zerſtreuungsweite gibt, für welche $-\varphi = \frac{bf}{f-b}$ wird.

Wenn aber auf eine erhabene Linſe ſchon convergirende Strahlen treffen, ein Fall welcher, wie ich bereits vorn in der Note hervorgehoben habe, bei der Verbindung mehrerer Linſen, von denen, wie z. B. gleich in der ſogenannten Zauberlaterne (Laterna magica) die zweite der erſteren näher als ihr (dieſer erſteren) Brennpunt ſteht, eintritt; ſo werden die Strahlen nach der Brechung in jener zweiten Linſe natürlich noch convergenter, und das entſtehende Bild kann dann auch näher als der Brennpunct an dieſelbe zu liegen kommen.

Die allgemeine Eigenſchaft der erhabenen Gläſer beſteht alſo, wie man hiernach ſieht, in der Zuſammenlenkung der Lichtſtrahlen: divergente Lichtſtrahlen werden weniger divergent; fallen die Strahlen parallel auf, ſo finden ſie ſich nach der Brechung convergent; und convergente Strahlen endlich werden noch convergenter; — deßwegen führen ſolche Lin-

hat man $BA : ab = CA : Ca$, d. h. die Größe des Gegenſtandes iſt zur Größe ſeines Bildes $= b : \varphi$, oder (wenn man aus der Gleichung C.) $\varphi = \frac{bf}{b-f}$ letzteren Werth für φ ſubſtituirt) $= b : \frac{bf}{b-f} = b - f : f$. Dieſer Ausdruck findet ſelbſt Anwendung auf den Fall „unendlicher" Entfernung des Gegenſtandes (des „Geſtirns"), in welchem Falle zwar f gegen b verſchwindet, und alſo Größe des Gegenſtandes : Größe ſeines Bildes $= b : f$ kömmt, aber BA auch offenbar mit CA (und CB) gleich ſehr wächst.

* Auf dieſem Satze beruhet die Wirkung der „aſtronomiſchen" Fernröhre (vergl. d. A. S. 438. Sp. 2.). In denſelben entwirft das Objectiv ein Bild (des beobachteten Gegenſtandes, z. B. des Geſtirns), welches Bild in den Brennpunct (Brenn-Raum) des erhabenen Oculars fällt; von dieſem Bilde (welches jetzt den Gegenſtand ſelbſt vertritt) fahren die Strahlen natürlich wieder, und zwar nunmehr divergent aus, treffen ſo auf dieſes Ocular, und werden demgemäß, wie ich oben ſage, nach der Brechung durch daſſelbe, parallel, in welcher Art ſie zum Auge gelangen. — Mit noch andern Worten, welche ich nicht ohne gute Gründe wähle: das Ocular des aſtron. Fernrohrs iſt in einer ſolchen Entfernung vom Objectiv angebracht, daß das vom letzteren formirte Bild ſtets um ſeine (des Oculars) „Brennweite" (im Innern der Röhre) vor dieſes fällt, wonächſt die nun vom Bilde divergent darauf treffenden Strahlen, nach der Brechung durch daſſelbe, parallel in das, hinter ihm liegende Auge des Beobachters kommen.

ſen denn außerdem auch den gemeinſchaftlichen Namen der „Sammlungs- oder „Collectivgläſer“*, unter welchem ein eigener Artikel (vergl. denſelben), mit noch weiterer Betrachtung dieſes ſie auszeichnenden Charakters, von ihnen handelt.

Man kann ſich aber die vorgetragene Theorie dieſer Bilder, welche die „Collectivgläſer“ in der beſchriebenen Art machen, angedeutetermaßen, am bequemſten durch den Verſuch beſtätigen, wenn man nämlich eine Lichtflamme vor die (erhabene) Linſe ſtellt, und nun hinter** dem Glaſe mit einem Papiere den Ort (die Entfernung) ſucht, wo (in welcher) ſich das (umgekehrte) Bild der Flamme deutlich zeigt: geſetzt, die Brennweite der Linſe ſey 4 Zoll: man ſtelle das Licht zuerſt „ſehr weit“ † vom Glaſe auf (man entferne ſich mit der Linſe „ſehr weit“ vom Lichte), ſo wird man das Bild (der Flamme) auch (ſehr klein und) wenig über 4 Zoll von der andern Linſenfläche entfernt finden; rückt man das Licht dem Glaſe allmälig näher, ſo muß man das Papier dagegen immer weiter (wenn ich ſo ſagen darf „rückwärts“) abhalten, wofern das Flammenbild gleich deutlich bleiben ſoll; auch wird das Bild immer größer; — hat man das Licht der Linſe bis auf (2.4 =) 8 Zoll genähert, ſo formirt ſich das Bild in derſelben Entfernung (der 8 Zoll) vom Glaſe, und kommt an Größe der Flamme eben gleich; und rückt man jetzt das Licht dem Glaſe noch näher, ſo muß man das Papier vielmehr immer weiter entfernen, wobei ſich das Bild nun ſtark vergrößert, bis man endlich bei einem, der Brennweite der Linſe (jenen 4 Zoll) gleichen Abſtande des Lichtes vom Glaſe gar keinen Ort mehr für das Bild findet. — Hier haben meine Leſer alſo den Augenſchein der vorgetragenen Sätze über die „erhabenen“ Gläſer; und ich kann nunmehr zu den Hohlgläſern kommen, welche wenigſtens wegen ihrer ſchon vorn erwähnten Anwendung beim (Ocular vom) Galilei'ſchen Fernrohre, auch in unſerer aſtronomiſchen Betrachtung nicht übergangen werden dürfen.

Wenn alſo auf ein ſolches Hohlglas, von welcher ſpeciellen Beſchaffenheit daſſelbe übrigens auch ſey, parallele Strahlen fallen, ſo werden ſie, wie geſagt, ſo zerſtreuet, als ob ſie aus einem näher vor dem Glaſe liegenden Puncte ausgegangen wären; dieſer Punct bezeichnet alsdann den Ort eines unſichtbaren (oder, wie man auch ſagt, bloß „geometriſchen“) Bildes* (im Gegenſatze des eben beſchriebenen, durch erhabene Linſen entſtehenden wirklichen), deſſen Abſtand (f) vom Glaſe negativ iſt, und eigentlich eine „Zerſtreuungsweite“ abgibt, welcher man aber doch den Namen der Brennweite („geometriſchen“) beilegt, den auch wir (Fernrohr, S. 432.) dafür angewendet haben.

Fallen aber auf das Hohlglas ſchon divergirende Strahlen, ſo divergiren ſie nach der Brechung noch

* Iſt die Brennweite dieſer „Sammelgläſer“ dabei unter 3 Zoll, ſo nennt man ſie auch Loupen (*Loupes*); und iſt dieſelbe unter ½ Zoll, einfache Mikroskope (*Microscopes simples*).

** Eigentlich ſind hier die Bezeichnungen „vor“ und „hinter“ nicht recht adäquat; ſie ſollen nur das Gegenüberliegen von Flamme und Bild bezeichnen: das Licht kann vor die eine oder die andere Fläche der Linſe geſetzt werden.

† Dieſer gewöhnlich nur gebrauchte Ausdruck iſt nicht beſtimmt genug: die Entfernung der Lichtflamme von der einen Fläche des Glaſes muß die Brennweite der Linſe wenigſtens 1000 Mal übertreffen (im obigen Falle alſo gegen 350 Fuß betragen), wenn der Verſuch gelingen und das Bild alſo wenigſtens ziemlich genau in den Brennpunct („Brenn-Raum“) fallen ſoll. Dieß folgt aus dem Vorgetragenen.

* „Unſichtbares Bild,“ d. h. um den Begriff nochmals zu bezeichnen, das Auge empfindet die vom Gegenſtande ſelbſt herkommenden Strahlen, nach ihrer Brechung im Hohlglaſe, wodurch ſie mehr auseinander gelenkt („divergenter“ geworden) ſind, als wenn ſie von einer näher vor dem Glaſe belegenen Stelle (eben der Stelle des „unſichtbaren“, bloß eingebildeten, oder alſo bloß „geometriſchen Bildes“) ausgegangen wären.

mehr, welches auch die Formel C.) lehrt, wenn man in derſelben f negativ ſetzt, wonächſt ſie eine Zerſtreuungsweite $-\varphi = \frac{bf}{b+f}$ gibt, die (wie der Formel-Ausdruck ſelbſt ſogleich zeigt) allemal kleiner als bf und als f iſt, daß alſo das (vergl. unten) „unſichtbare Bild“, für dieſen Fall divergenter Strahlen, nicht nur näher als der Gegenſtand ſelbſt, ſondern auch näher als der Brennpunct liegt.

Sind endlich die auf das „Hohlglas“ treffenden Strahlen ſchon convergent, welches die Verbindung mehrerer Gläſer, als worauf es uns (vergl. unten) beſonders ankömmt, vorausſetzt; ſo ſchwächt die Brechung deren Convergenz; es wird alsdann b negativ, und $\varphi = \frac{bf}{f-b}$*, daß alſo ſolche Strahlen 1. weniger convergent werden, wenn b < f, 2. parallel laufen, wenn b = f, 3. aber gar divergirend ausgehen, wenn b > f (die gleich folgende Anwendung auf das Galilei'ſche Fernrohr zeigt Alles am beſten). Der zweite Fall gibt den für uns eigentlich intereſſanten, im Art. Fernrohr, S. 431. Sp. 2. anticipirten Satz: Strahlen, welche nach dem Brennpuncte eines Hohlglaſes zu convergiren (in dieſer Richtung auf daſſelbe fallen), laufen nach der Brechung mit einander parallel*.

Wegen dieſer ihrer allgemeinen Eigenſchaft, die Strahlen mehr zu zerſtreuen, oder doch „ihre Convergenz zu ſchwächen“ (alſo das Entgegengeſetzte, der die Strahlen vielmehr zuſammenlenkenden und daher eben als „Collectivgläſer“ bezeichneten erhabenen Linſen, zu bewirken), heißen dieſe „Hohlgläſer“ alſo auch Zerſtreuungsgläſer, mit welcher, andern gemeinſchaftlichen Namensbeſtimmung ich die Betrachtungen über ſie beſchließe, und, in der bevorworteten Folge, nunmehr viertens zu den

Erſcheinungen der Gegenſtände durch „Linſengläſer“

eile.

Wenn der Gegenſtand BA (Fig. 6. der Tafel III.) zunächſt durch die erhabene Linſe DE (von welcher ſpeciellen Beſchaffenheit ſie, wie geſagt, nun auch ſey) betrachtet wird, ſo iſt Dieß

* Die allgemeine Formel C.) lautete $\varphi = \frac{bf}{b-f}$; ſetzt man in derſelben, wie eben vorgeſchrieben war, f negativ, ſo wird ſie $\varphi = \frac{b.-f}{b+f} = -\frac{bf}{b+f}$, oder alſo $-\varphi = \frac{bf}{b+f}$, woraus, wenn nun b negativ iſt, $-\varphi = \frac{-bf}{f-b} = -\frac{bf}{f-b}$, d. i. $\varphi = \frac{bf}{f-b}$ (ſiehe oben), kömmt. — Die ſogleich folgende praktiſche Anwendung auf das „Galilei'ſche Fernrohr“ gibt den, dieſe Formel-Beſtimmung beſtätigenden Verſuch ab.

* Im „Galilei'ſchen Fernrohre“ l. c. ſteht das concavconcave Ocular vom convexconvexen Objectiv um die Differenz der reſpectiven Brennweiten ab; und ſein Brennpunct fällt daher mit dem Brennpuncte des letzteren zuſammen. „Nach dieſem (gemeinſchaftlichen) Brennpuncte convergiren alſo“, wie ich oben ſage, „die Strahlen“; ſie treffen, der im Objectiv erfahrnen Brechung gemäß, in dieſer Art convergirend, auf das Hohlglas, und werden nunmehr durch die neue (die zweite) Brechung im ſelbigen, aus der Convergenz zur parallelen Richtung abgelenkt, in der ſie zum Auge des Beobachters gelangen. — Der Formel-Ausdruck $\varphi = \frac{bf}{f-b}$, in welchem φ, wenn b = f, $= \frac{bf}{o}$, d. h. unendlich wird, zeigt Dieß ebenfalls; wogegen ich die ohnedieß leichte Anwendung deſſelben Ausdrucks auf die beiden andern, nicht mehr eigentlich vor unſer aſtronomiſches Forum gehörigen Fälle, den Leſern gern ſelbſt anheimgebe.

eben ſo viel, als ob man das Bild ab des Gegenſtandes wahrnähme: denn wenn auch gleich dieß Bild nicht wirklich da iſt, oder ſich erſt hinter dem Beobachter entwirft, ſo gehen doch die in das Auge* kommendeu Strahlen alle ſo (werden vom Auge ſo empfunden), als wenn ſie das Bild machen wollten (wovon man ſich durch genauere Vergleichung der Figur, und nochmalige Erwägung der vorn entwickelten Gründe ihrer Conſtruction leicht überzeugt), oder alſo, als wenn ſie vom Bilde herkämen. Dabei ſind aber (vergl. oben) mehrerlei Fälle zu unterſcheiden.

1. Liegt der Gegenſtand dem Glaſe nahe, oder iſt $b < f$, ſo fällt das Bild vor das Glas in die Entfernung $\frac{bf}{f-b}$ (b und f in der obigen Bedeutung, nämlich b der wahren Entfernung des Gegenſtandes, f der Brennweite der Linſe), und erſcheint aufrecht, deutlich und größer als der Gegenſtand.

2. Liegt der Gegenſtand im Brennpuncte ſelbſt, daß alſo in dieſem, ſchon oben für uns ausgezeichneten Falle, $b = f$ iſt, ſo rückt das Bild in eine unendliche Entfernung, d. h. ſeine Strahlen laufen parallel, daher es vom „Weitſichtigen" (deſſen Auge entfernte Gegenſtände und von denen die Strahlen alſo eben „parallel" kommen, am beſten wahrnimmt) deutlich, und dabei aufrecht erblickt wird.

3. Liegt der Gegenſtand über den Brennpunct hinaus, ſo formirt ſich das umgekehrte Bild (wie namentlich im „aſtronomiſchen" Fernrohr, vergl. d. A. S. 438.) hinter dem Glaſe; das Auge kann dabei aber entweder zwiſchen Glas und Bild, oder im Orte des Bildes ſelbſt, oder hinter dem Bilde ſtehen (welcher letztere eben unſer Fall des „aſtronomiſchen Fernrohres" iſt, durch deſſen Ocular das hinter dem Objectiv entworfene, umgekehrte Bild betrachtet wird): a) „Zwiſchen Glas und Bild" convergiren die, ſich erſt im Bilde vereinigenden Strahlen noch, und das Auge ſieht den Gegenſtand alſo durch ſolche „convergirende" Strahlen nur undeutlich, übrigens aber aufrecht und vergrößert, weil der Winkel u größer als ACB und AOB (welches letztere man der Figur leicht ſelbſt hinzufügt) iſt. b) Im „Orte des Bildes ſelbſt" erhält das Auge nur Strahlen aus einem einzigen Puncte des Gegenſtandes, und ſieht alſo nichts als die Farbe dieſes einzigen Punctes, welche ſich ſchimmernd über das ganze Glas verbreitet. c) „Hinter dem Bilde" endlich (d. h. alſo in einem, die Brenn- oder doch Vereinigungs-Weite übertreffenden Abſtande des Auges von der erhabenen Linſe) ſieht man das umgekehrte Bild (ab unſerer Fig. 6. der Tafel III.), und zwar deutlich, wenn man von demſelben ſo weit entfernt iſt, als zum deutlichen Sehen erfordert wird (wobei demnach die individuelle Beſchaffenheit des Auges mit in Betracht kommt), und zugleich, natürlich, größer oder kleiner, nachdem man näher oder entfernter ſteht.

Wäre dagegen das Glas DE (ich wende keine neue Figur an), durch welches man den Gegenſtand BA betrachtet, ſodann ein Hohlglas, ſo „ſchwächt" daſſelbe, der hervorgehobenen allgemeinen Eigenſchaft dieſer Kategorie von Linſen gemäß, „die Convergenz der darauf fallenden Strahlen" (vergrößert ihre Divergenz); und das Auge empfängt alſo die Strahlen von dem Gegenſtande BA durch ein ſolches (Hohl-) Glas (empfindet ſie) dergeſtalt, als wenn ſie vielmehr von dem näher* davor gelegenen Bilde $\beta\alpha$ ausgingen; und da dieß (ſchon oben hervorgehobene „unſichtbare") Bild, nach Maßgabe ſeiner vorn erklärten Entſtehung (vergl. auch die Figur), kleiner und aufrecht ausfällt, ſo wird der Gegenſtand durch ein „Hohlglas" alſo verkleinert, aufrecht

* Die Theorie des Sehens (des weiteren Vorganges im Auge ſelbſt) muß ich hierbei als bekannt vorausſetzen; ihre Entwicklung gehört nicht eigentlich mehr vor unſer aſtronomiſches Forum.

* Je „näher" ein Gegenſtand dem Glaſe liegt, um ſo divergenter fallen natürlich ſeine Strahlen auf daſſelbe; und je divergenter Strahlen in das Auge kommen, auf einen um ſo näheren Gegenſtand ſcheinen ſie ſich alſo zu beziehen.

und dabei (wofern das Auge in einer geringen Entfernung O α überhaupt deutlich ſieht, d. h. „kurzſichtig“ iſt) deutlich geſehen*.

Dieß ſind die Hauptſätze über die „Erſcheinungen der durch Linſengläſer aller Art betrachteten Gegenſtände“; man beſtätiget die vorgetragene Theorie, zur Erlangung der Ueberzeugung vermittelſt des Augenſcheins aber, wie vorhin, wiederum am beſten durch den Verſuch ſelbſt, wobei ſich, zumal wenn man erhabene Linſen von großen Brennweiten beſitzt, namentlich außerordentliche und höchſt intereſſante Vergrößerung, verbunden mit Deutlichkeit, erlangen läßt, wie ich denn, mit Bezug auf eigene Beobachtungen, in meinen Collectaneen finde, daß z. B. ſchon Tſchirnhauſen (Walter von, Sächſiſcher Gutsbeſitzer, eifriger Liebhaber und Förderer der Naturwiſſenſchaften, † 1708) durch ſeine ſehr großen Objectivgläſer, bis auf 1 Meile weit, die einzelnen Blätter an einem Baume habe unterſcheiden können.

Die Geſchichte der „Linſengläſer“ anlangend, worüber ich, nach dieſer Erläuterung der Sache ſelbſt, nur noch Einiges hinzuzufügen habe, ſo iſt ihr Gebrauch weit älter als ihre Theorie. Aus einer Stelle des Ariſtophanes (Nub. Act. II. sc. 1.) möchte man ſchließen, daß der Gebrauch der erhabenen Linſen als Brenngläſer ſchon in Athen bekannt geweſen ſey. Strepſiades trägt an dieſer Stelle ein beſonderes Mittel vor, ſich von ſeinen Schulden zu befreien: „Er wolle“, ſagt er nämlich, „den ſchönen durchſichtigen Stein nehmen, und damit an der Sonne die Rechnungen (Schrift auf Wachstafeln) ausſchmelzen“ — worauf ihn Socrates belehrt, es ſey kein Stein, ſondern Glas, ſo daß nicht wohl etwas Anderes als ein „Brennglas“ (eine erhabene „Linſe“) gemeint ſeyn kann. Dagegen wird die gemeine und ſo bekannte Sage, daß Archimedes bei der Belagerung von Syrakus die Schiffe des Marcellus durch „Brenngläſer“ (oder Brennſpiegel), verbrannt habe, wie namentlich der ſpätere Griechiſche Mönch Zonoras (um 1100 n. Chr.) die Erzählung davon in ſeinem „Chronikor“ vorträgt, durch das Stillſchweigen des Livius, Plutarch und Polybius verdächtig. Die Anwendung der „Linſengläſer“ zu Brillen fällt indeß erſt in das 13. Jahrhundert n. Chr. (die Alten ſcheinen dieſe Anwendung der Linſen gar nicht erkannt zu haben); über die, im weiteren Verfolge davon, gemachte Erfindung des Fernrohres aber habe ich die geſchichtlichen Notizen in dieſem Art. S. 422. flgd. beigebracht. Eben daſelbſt (S. 437.) wird auch nachgewieſen, daß Kepler der Erſte geweſen ſey, dem wir eine richtige theoretiſche Erklärung des dabei Statt findenden optiſchen (oder vielmehr dioptriſchen) Vorganges verdanken; als Syſtem findet ſich die Materie jedoch erſt durch Barrow (Engliſcher Mathematiker, Lehrer Newton's, aus deſſen Biographie im Art. Gravitation wir ihn bereits näher kennen, † 1677.), in den „Lectiones opticae“. Lond. 1674. 4. behandelt. Ueber die nachherige Vervollkommnung der Linſengläſer vermittelſt ihrer „achromatiſchen“ und „aplanatiſchen“ Zuſammenſetzung habe ich ſchon Eingangs auf den darüber ausführlich handelnden beſondern Art. Achromatiſch verwieſen (womit man den Zuſatz im Vortrage über Fernröhre, S. 448. Sp. 1. vergleichen mag); und es bleibt mir daher ſchließlich nur

* Da meine Leſer nach Maßgabe, ob ſie Presbyten oder Myopen ſind, den Verſuch mit der einen oder der andern Art dieſer Linſen, als Brillen, täglich machen, ſo werden Sie die beiden Kategorien der Gläſer, hinſichtlich der vorgehenden Erſcheinung, einander leicht ſelbſt dergeſtalt gegenüber ſtellen können, daß alle Convexgläſer die Divergenz der Strahlen ſchwächen, als wenn dieſe Strahlen von einem weiter vor dem Glaſe gelegenen, größeren Gegenſtande ausgingen, wogegen die Hohlgläſer (von welcher ſpeciellen Beſchaffenheit dieſelben übrigens wieder ſeyn mögen, wenn nur überhaupt die Concavität überwiegt) die Divergenz vermehren, als wenn ein kleinerer Gegenſtand näher vor dem Glaſe läge. — Hierbei wird aber alſo durchaus eine nahe Lage des Auges an der Linſe vorausgeſetzt; die andern Fälle ſind im Texte erläutert.

noch übrig, im literariſchen Bezuge zu bemerken, daß ſich, außer in Barrow's eben angeführtem Buche, ausführlichere Belehrung über die Theorie der „Linſengläſer“ namentlich noch in Klügel's (des Halle'ſchen Mathematikers öfters citirter) „Analytiſche Dioptrik“. Lpzg. 1778. 2 B. 4. (Hauptwerk) findet, womit, unter dem praktiſchen Geſichtspuncte, Prechtl's (auch ſchon mehrfach hervorgehobene) „Praktiſche Dioptrik“. Wien. 1828. 8. zu verbinden ſeyn dürfte, — Sehr ausführlich und gründlich endlich iſt der, vom verewigten Lpzgr. Mathematiker Brandes für die (uns nicht weniger bereits bekannte) „Neue Ausg. von Gehler's phyſikal. Wrtrb.“ bearbeitete Art. „Linſenglas“ (welcher aber auch über 80 Seiten gr. 8. faßt, und ſomit zugleich zu einer Gedrängtheits-Vergleichung mit meiner Darſtellung dienen kann).

Log, das Log (ein Lateiniſcher Ausdruck fehlt); *Le Loch.* Ein urſprünglich Engliſches Wort, welches ein Stück Holz bedeutet; in der Navigation, deren Technik (vergl. unten) ſoweit ſie, näher oder ferner, eine Tochter der Aſtronomie iſt, ich doch wenigſtens nicht ganz unberückſichtigt laſſen darf, eine Vorrichtung zur Meſſung der Schiffsgeſchwindigkeit. Die Idee beſteht in Folgendem: Vom ſegelnden Schiffe wird ein ſchwimmender Körper: ein „hölzerner“ (daher der Name), mit einem eingelaſſenen Bleiſtreifen beſchwerter, an einem ſich abhaspelnden langen Faden (der „Logleine“) befeſtigter Quadrant * ausgeworfen; dieſer Quadrant (das „Logbret“) iſt dann als ein ruhender Punct zu betrachten, von welchem ſich das Schiff mit ſeiner Segelgeſchwindigkeit entfernt, wobei die Länge des nachgezogenen Fadens den zurückgelegten Weg z. B. für 1 Minute, mißt (nach welcher Zeit man das „Logbret“ — vergl. d. Anmerk. — wieder einzieht): . aus dieſem kurzen Verſuche wird dann (durch Regel-de-tri) ein, freilich nicht ſehr ſicherer Schluß (vom „Kleinen“ auf das Große, nämlich) auf die Größe des Schiffs-Weges, nun z. B. in 1 Stunde, gemacht, und daraus, mit Zuziehung des verfolgten Compaßſtriches, die Ortsveränderung des Schiffes in nachſtehender Art abgeleitet.

Nehmen wir nämlich an, jene Compaßſtrichrichtung ſey genau Nordoſt geweſen, und das Schiff habe in derſelben, der vorgeſchriebenen Art der Abſchätzung nach der „Logleine“ gemäß, n Meilen gemacht; ſo durchſchneidet dieſe, n Meilen lange, der Geringfügigkeit wegen, als gerade Linie zu betrachtende Schiffs-Route, die Meridiane, welche, aus dem nämlichen Grunde, auch als gerade, unter ſich parallele Linien betrachtet werden können, nach Norden zu unter dem Winkel von („Nordoſt“ =) 45°. Sie bildet alſo mit den reſpectiven Ortsveränderungen des Schiffes in Länge und Breite, ein ebenes, rechtwinkliges (und in dieſem beſondern Falle außerdem gleichſchenkliges) Dreieck, in welchem ſie, wie man ſich auch ohne beſondere Figur leicht vorſtellig macht, zu jenen Ortsveränderungen, als Katheten, die Hypotenuſe abgibt, und in welchem man, neben ihr, den rechten Winkel und ihren Winkel mit dem Parallelkreiſe (Complement der 45°, alſo auch = 45°) kennt, ſo daß die „Ortsveränderung (b) des Schiffes in Breite“ (welche hier der „Ortsveränderung in Länge“ gleich iſt) durch die Analogie $r : n = \sin 45° : b$, ſogleich daraus gefunden werden kann.

Dieſe Methode, die Ortsveränderung des Schiffes in Länge und Breite, aus der, mittelſt des „Log's“ abgeſchätzten, vom Schiffe zurückgelegten Wegeſtrecke, in Verbindung mit dem dabei verfolgten Compaßſtriche, herzuleiten, heißt die Schiffsrechnung (*Estime*), in welchem beſondern Artikel ich ausführlicher darauf zurückkomme, während das hier Vorgetragene ſchon hinreicht, die oben angedeutete aſtronomiſche Beziehung des „Log's“ darzuthun.

* Man könnte nach dem Grunde dieſer Geſtalt fragen: die Bleibeſchwerung macht aber das ſo geformte Holz erſt bis zur hohen Kante unterſinken, wobei es ſeinen Ort beſſer behauptet; und wenn man es hiernächſt wieder an ſich ziehen will, ſo bringt das ſchnelle Anhalten der Schnur einen Ruck hervor, wodurch das „Logbret“ flach auf dem Waſſerſpiegel zu liegen kommt, und nun leicht eingezogen werden kann.

Lothrecht, Bleirecht, Senkrecht, Scheitelrecht, Vertical; Verticale; *Vertical, A plomb.* Wenn eine Linie oder Ebene auf der Horizontal-Ebene eines Ortes (auf der Oberfläche des ſtillſtehenden Waſſers daſelbſt) perpendicular* iſt, rechte Winkel mit ihr macht, ſo heißt ſie „lothrecht“ oder, aus gleich folgenden Gründen, „bleirecht“. Die Erfahrung lehrt nämlich, daß der Richtung der Schwere (der, dieſe Richtung bezeichnenden geraden Linie), namentlich dem mit Gewicht (wozu man gewöhnlich „Blei“ nimmt, daher eben der Name) beſchwerten Faden: dem Bleilothe (auch bloß Loth), Senkblei (Perpendiculum; *Plomb*, Sonde) überall auf der Erde jene Eigenſchaft, „rechte Winkel mit der Horizontal-Ebene zu machen“, beiwohnt. Da dieſe Linie (der Schwere) aber (vergl. Zenith), aufwärts verlängert, zugleich den Scheitelpunct trifft, ſo kommt daher auch ihr fernerer Name der „Scheitellinie“ (Verticale). Unterwärts verlängert kommen dagegen alle dieſe „Scheitellinien“ im Mittelpuncte der Erdkugel** zuſammen, indem jede Horizontalfläche in die Erdkugel-Oberfläche fällt, und eine Senkrechte auf ihr alſo zugleich ein Kugel-Radius iſt; noch weiter in dieſer Richtung verlängert, führt die „Scheitellinie“ zum Fußpuncte (Nadir, vergl. auch dieſ. Art.).

In der Ausübung, namentlich in der praktiſchen Aſtronomie, wird die lothrechte Linie, wie geſagt, durch das „Bleiloth“ (Loth) beſtimmt, daher daſſelbe auch ſchon im Artikel Inſtrumente (aſtronomiſche), S. 818. Sp. 1. mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, angeführt iſt. In wiefern dieß „Bleiloth“ dabei aber durch laterale Anziehungen, beſonders großer Bergmaſſen, von der verticalen Richtung abgelenkt werden kann, dergeſtalt, daß es dieſelbe dann alſo nicht mehr ſtreng bezeichnet, davon habe ich im Vortrage über Gravitation, S. 714. ausführlich gehandelt.

Loxodromie, loxodromiſche Linie; Loxodromia, Linea loxodromica; *Loxodromie,* Ligne loxodromique (von λοξὸς ſchief, δρόμος der Lauf, „Linie des ſchiefen Laufes“). Ein Ausdruck der Schiffskunde zur Bezeichnung der krummen Linie, welche ein Schiff, in den meiſten Fällen, beſchreiben würde, wenn daſſelbe ſtets den nämlichen Compaßſtrich (oder ſtets die nämliche Windrichtung) verfolgen (bei ſeinem Laufe alſo alle Meridiane, wie ſie, auf der Erdkugel-Oberfläche gegen die Pole hin convergirende größte Kreiſe abgeben, in ihrer Folge nacheinander, unter dem nämlichen Winkel durchſchneiden) wollte.

Ich habe von dieſem Gegenſtande, unter dem praktiſchen Geſichtspuncte, vorläufig ſchon im Art. Landcharten (sub fine), bei Erörterung der Theorie der „reducirten Charten“, handeln, wegen der näheren Beſchaffenheit dieſer krummen Linie aber hierher verweiſen müſſen. Erinnern ſich meine Leſer alſo aus jenem Vortrage zuvörderſt daran, daß, in dem ſpeciellen Falle, da ein Seefahrer einem Orte zuſteuerte, zu deſſen Erreichung der nämliche Meridian, alſo die ſtrenge Richtung Norden oder Süden, eingehalten werden müßte, Dieß allerdings auch bei ſteter, gleich ſtrengen Verfolgung derſelben unveränderten Compaßrichtung (deſſelben unveränderten „Rhumb's“, derſelben ſteten Windlinie) geſchehen würde. Hiervon überzeugt man ſich ohne Weiteres. Aehnliches würde ferner, auch in dem andern ſpeciellen Falle der gleich ſtrengen Richtung Oſten oder Weſten, wenn das Schiff alſo namentlich gerade im Aequator fortzuſegeln hätte, eintreten: auf dem „Aequator“ ſtehen alle Meridiane unter

* Ich unterſcheide zwiſchen „perpendicular“, als Ober-, und „bleirecht“ (vertical) als Unterbegriff: das „Verticale“ und Horizontale (vergl. d. A. S. 789.) werden gegenſeitig als „perpendicular“ auf einander bezeichnet; aber nur vom „Verticalen“ kann geſagt werden, daß es zugleich „bleirecht“ auf dem „Horizontalen“ ſey. Der Umſtand, daß die Lateiniſche Sprache (ſ. oben) für „Senkblei“ nur den Ausdruck „Perpendiculum“ hat, hebt dieſen Unterſchied (die Nothwendigkeit ihn zu machen) nicht auf.

** Die geringe Abweichung der Geſtalt des Erdkörpers von der reinen Kugel (vergl. Abplattung) ſetze ich hierbei aus den Augen

rechten Winkeln; und wenn das Schiff ſie alſo in dieſem Falle ſämmtlich unter dem nämlichen (dem rechten) Winkel durchſchneidet (ſtets die nämliche Compaßrichtung, den nämlichen Rhumb, verfolgt), ſo gelangt es gewiß zu ſeinem, genau öſtlich oder weſtlich gelegenen, Beſtimmungsorte.

Jetzt ſey aber dagegen, in allen andern Fällen, die Richtung des Schiffslaufes vielmehr eine gegen die Meridiane ſchiefe, ſie ſey eine „Linie des ſchiefen Laufes“: der Beſtimmungsort liege z. B. in Nordoſt (der vom Ausgangshafen nach dieſem Orte führende Bogen des größten Kreiſes der Erdkugel-Oberfläche mache mit dem Meridian jenes Ausgangspunctes einen Winkel von [Nordoſt =] 45°); ſo gelangt der Schiffer, wenn er nun fortwährend ſtets gleich ſtreng nur dieſe Compaßrichtung einhält, alſo alle folgenden Meridiane auch wieder immer unter demſelben Winkel durchſchneidet, nicht zu ſeinem Beſtimmungsorte in Nordoſt. Denn damit die Richtung hierbei die nämliche bleiben könne, müßten auch die Meridiane unter einander parallel ſeyn, weil nur für Parallellinien, bei unveränderter Größe der entſtehenden Winkel, auch eine unveränderte Richtung der Schneidenden Statt findet. In Fig. 5. unſerer Tafel II. drücken M P, M′ P, M″ P die nach dem Nordpole P zu convergirenden Meridiane aus; M iſt der Ausgangspunct, von wo der Schiffer nach dem in der Richtung Nordoſt (M B, welche alſo mit M P den Winkel von 45° macht) liegenden Orte, z. B. einem (hohen, von M aus wirklich genau in jener Richtung erſcheinenden) Berge B ſegeln ſoll: ſo kommt er doch bei ſteter Einhaltung des Compaßſtriches „Nordoſt“ in der That nicht nach B: in M′ angelangt, findet der Schiffer die mit dem entſprechenden Meridian M′ P wieder denſelben Winkel von 45° machende Richtung vielmehr in M′ M″; ſeine Magnetnadel (deren Abweichung ich bei Seite ſetze, und die ich alſo ſich immer genau dem Nordpole P zudrehend annehme) ſteht jetzt mit ihrer Spitze in M′ P, und mit ihrem Striche Nordoſt alſo in M′ M″; und bei weiterer Verfolgung dieſes Nordoſtſtriches M M′ ſegelt der Schiffer alſo dem Puncte B augenſcheinlich nordwärts vorbei: er läßt denſelben rechts liegen *).

Ermißt man nun, daß ſich die Richtungen der Magnetnadel (-Spitze) auf dem ſeinen Ort ſtets verändernden, ſegelnden Schiffe eigentlich auch nicht einen einzigen Augenblick vollkommen parallel bleiben, ſondern immer gleich ſehr nach P convergirend, dem Schiffe, welches mit dieſer Richtung den gleich ſteten Winkel (Nordoſt) der 45° halten will, auch eben ſo allaugenblicklich ſeine andere Richtung anweiſen; ſo ſieht man zugleich leicht ein, daß ein alſo beſtimmter Schiffsweg nothwendig eine Curve, eben unſere „Loxodromie“, werden muß; — und wenn man hiernächſt die Zeichnung dieſer Curve auf einer Kugel **), in der vorgeſchriebenen Art des Schneidens ſämmtlicher Meridiane unter dem ſtets nämlichen Winkel, ſelbſt ausführt, welches das beſte Mittel der Ueberzeugung gewährt, ſo findet man, wie ich den Umſtand rückſichtlich der Beſchaffenheit ſelbiger Curve, hier nun

* Wie die ausübende Nautik dieſer Inconvenienz abhilft, indem ſie dem Schiffer „reducirte Charten“ mit „parallelen Meridianen“, und wo die gegenſeitige Ortslage alſo nach dieſer Maßgabe beſtimmt iſt, in die Hände gibt, das habe ich, wie geſagt, im Art. Landcharten l. c. ausführlich gezeigt; wir haben, um es mit kurzen Worten zu wiederholen, dort geſehen, daß die „reducirte Charte“ das betreffende kuglige Erdoberflächenſtück mit ſeinen convergirenden Meridiankreiſen zu einer vollkommnen Ebene mit parallelen, geradlinigen Meridianen ausbreitet, ſo daß ein jeder, die letzteren durchſchneidender „Rhumb“, bei unverändertem geradlinigen Fortgange mit ihnen gleiche Winkel macht (die „Loxodromien“ gerade Linien werden).

** Der Erdkörper wird nämlich, um es nochmals hervorzuheben, in der Schifffahrtskunde als eine vollkommne Kugel betrachtet; man ſieht hier von ſeiner (vergl. wieder Abplattung) genaueren Geſtalt eines „elliptiſchen Sphäroids“ ab.

eigentlich hervorheben wollte, daß ſie eine, ſich um den Pol ſchlingende Spirale (Schneckenlinie) wird. Die Mathematik definirt daher die „loxodromiſche Linie" auch als eine „gedoppelt krumme" (d. h. von welchen kein Stück in derſelben Ebene liegt, wie Solches bei dieſer Curve aus ihrer Entſtehung auf der Kugel-Oberfläche folgt), und welche, indem ſie alle aus einem Pole der Kugelfläche *, auf der ſie ſich bildet, gezogene größte Kreiſe (eben die Meridiane) unter demſelben Winkel ſchneidet, zu einer Spirale wird. — Hierauf ſchränke ich mich, hinſichtlich der Betrachtung dieſer Curve unter unſerm Geſichtspuncte aſtronomiſcher Nautik, denn aber auch lediglich ein, und verweiſe wegen weiterer analytiſcher Erörterungen über ſie wieder an die Mathematik, namentlich an Klügel's (viel citirtes) „Mathematiſches Wrtrb." III. 591 und 256, wo Leſer, welche Mehr verlangen, als mein Werk plangemäß geben darf, alle dergleichen weitere Auskunft finden werden.

Luft, und **Luftkreis**, ſ. **Atmoſphäre** **.

Luftbegebenheiten, ſ. **Meteore.**

Luftbild (Ein Lateiniſcher Ausdruck müßte durch Paraphraſe gebildet werden, gleichwie die Franzöſiſche Phyſik [Biot] auch nur „L'image formé devant le miroir", oder „derrière l'objectif" ſagt). In unſerm aſtronomiſchen Sinne, dasjenige (in beiden Fällen umgekehrte) Bild der betrachteten Geſtirne, welches der Hohlſpiegel des „Spiegel-Teleſkops (Reflectors) in der „Brennweite" vor ſich, und das Objectiv des Refractors eben ſo hinter ſich in der „Luft" (daher der Name) entwirft, und welches man, im erſteren Falle wirklich vor dem Spiegel in der Luft ſchweben ſieht, im letzteren Falle aber etwann mit einem Blatte Papier in der Brennweite des Objectivs, hinter demſelben auffangen * kann. — Ausführlicheres darüber im Art. Hohlſpiegel (und Spiegel-Teleſkop), gleichwie im Vortrage über Fernrohr, namentlich S. 426.

Luftſtein (Aerolith), ſ. **Meteorſtein** und **Feuerkugel.**

Lunation, Mondwechſel; Lunatio, Phasium s. Apparitionum lunae periodus; *Lunaison.* Die Zeit, in welcher der Mond die ganze Reihe ſeiner Erſcheinungen des Ab- und Zunehmens (ſeine „Phaſen", ſ. Mondphaſen) Einmal durchmacht. Man kann ſie von jeder Phaſe bis zur Wiederkehr eben derſelben Phaſe: vom Neumonde bis zum nächſten Neumonde, vom erſten Viertel bis zum nächſten erſten Viertel u. ſ. w. rechnen (indem die — mittlere — Dauer der Wiederkehr jeder Phaſe dieſelbe iſt); man rechnet jedoch gemeinhin von einem Neumonde zum nächſten, unter welcher Vorausſetzung der Begriff der „Lunation" gleichbedeutend mit dem des eben ſo gerechneten ſynodiſchen Monates (von — vergl. Monat —

* „Statt der Kugel, ſetzt die Mathematik hinzu, „kann auch ein elliptiſches Sphäroid genommen werden" (in welchem Bezuge ich auf die voraufgehende Anmerkung verweiſe).

** Ich nütze dieſe Verweiſung auf den Art. Atmoſphäre, um darauf aufmerkſam zu machen, daß ſich über die, in demſelben nicht beſonders erwähnten Erſcheinungen einer „atmoſphäriſchen" Ebbe und Fluth das Nöthigſte in dieſem letzteren allgemeinen Vortrage, S. 293 findet.

* Woher dieſer Unterſchied? Beim Hohlſpiegel, welcher (entweder) von Metall (oder, wie jeder andere Spiegel ſoliirt) iſt, hat man es mit den davon zurückgeworfenen-, bei der Linſe nur mit den, durch das reine Glas lediglich hindurchgelaſſenen (und dabei gebrochenen) Lichtſtrahlen zu thun: der Hohlſpiegel macht ſein Spiegelbild wie der Planſpiegel, nur daß daſſelbe bei dieſem hinter, bei jenem vor dem Glaſe liegt. — Vom wirklichen „Schweben der Luftbilder" vor dem Hohlſpiegel überzeugt meine Leſer übrigens ihr Raſierſpiegel, gleichwie Sie (vergl. Linſengläſer) das von einer erhabenen Linſe entworfene Bild, z. B. einer brennenden Kerze, in der vorgeſchriebenen Art, auch leicht ſelbſt „auffangen" können.

alſo wie die Periode jeder anderen Phaſe, durchſchnittlichen 29 Tagen 12 St. 44′ 3″ 11‴) wird. — Oft bezeichnet man mit dem Ausdrucke „Lunation“ aber auch die Reihe der Mondsveränderungen („Mondsphaſen“) ſelbſt.

M

Maaß, ſ. **Maß**.

Magnetismus, Magnetnadel. Von dem, was aus der weitläuftigen Lehre vom Magnetismus und ſeiner vortrefflichſten praktiſchen Anwendung der Magnetnadel, in die „nautiſche“ Aſtronomie gehört, habe ich im Art. Compaß, mit Verweiſung wegen manches Weiteren auf den allgemeinen Vortrag über Schifffahrtskunde (unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte) gehandelt. Im Uebrigen muß der „Magnetismus“ vor dem Forum der Phyſik erörtert werden. Von einem Verſuche des uns ſchon aus dem Artikel Kepler'ſche Regeln, S. 913. bekannten Breslauer Profeſſors Pohl, dem „Magnetismus“ (und der Electricität, dem „Electromagnetismus“) eine Rolle bei den Bewegungen der Geſtirne, welche bis jetzt mit ſo glänzendem Erfolge allein aus Newton's hehrer Gravitationstheorie erklärt worden ſind, anzuweiſen, iſt in dieſen Tagen die Rede geweſen; ich habe aber die ganz kürzlich erſchienene dießfallſige Schrift * ſelbſt noch nicht zu Geſicht bekommen, kenne den Inhalt nur aus vorläufigen Mittheilungen, und muß mir daher vorbehalten, an einem andern geeigneten Orte ausführlicher darüber zu referiren **.

Mars; Mars; *Mars*. So heißt der, unſerer Erde in der Planeten-Reihe (von der Sonne abrechnend) zunächſt folgende Planet, und deſſen Bahn die Erdbahn demnach eben ſo zunächſt umſchließt: nach

* „Der Electromagnetismus“ (der durch electriſche Ströme erregte Magnetismus) „und die Bewegung der Himmelskörper in ihrer gegenſeitigen Beziehung, dargelegt von Dr. Georg Friedr. Pohl, ordentlichem Profeſſor der Phyſik zu Breslau“. Breslau. 1846. gr. 8.

** Vorläufig alſo, aus jenen Mittheilungen, auch nur ſo viel über dieſe Schrift, daß ſie den „Impuls“, welchen wir, mit Newton, bei der Bewegung der Geſtirne in elliptiſchen Bahnen (vergl. d. Art. S. 92.) um einen Centralkörper nothwendig finden, gänzlich verwirft. „Die Allmacht Gottes“ — in dieſer erhabenen Weiſe drückt ſich der Britiſche Weltweiſe über die Sache, etwann aus, „entläßt den erſchaffnen Weltkörper mit jenem alleinigen Impulſe, aus der ſchöpferiſchen Hand, in den Raum der Räume; — und von dieſem Augenblicke an führt ſodann die bloße Gravitation das ihr ſolchergeſtalt übergebene Geſtirn, fortrollend in ſeiner Bahn, nach ſo unabänderlicher Regel dahin, daß ſich ſelbſt jede ſcheinbare Abweichung von der rechnenden Aſtronomie nur als eine neue Beſtätigung jenes hehren (von Himmel zu Himmel reichenden) Gravitationsgeſetzes ausweist“. Newton thut Dieß an unzählichen Beiſpielen dar, und wir ſind ſeinen Demonſtrationen im citirten Art. Bahnen, im Vortrage über Gravitation u. ſ. w. u. ſ. w. Schritt für Schritt gefolgt; aber Er begnügt ſich, dieſe Kraft der „Gravitation“ als Phänomen zu bezeichnen, ohne ſich zu erkühnen, ihre Urſache erforſchen zu wollen („Hoc nomine phaenomenon, *non causam* designamus“ !); — und Seine Lehre gewinnt, neben der befriedigenden Wahrheit für den Verſtand, nun eben dadurch die große Ehrwürdigkeit für das Gemüth, daß ſie die Grenze der menſchlichen Einſicht beſcheiden anerkennt, ihre Anſprüche auf das Wie des Erſchaffnen einſchränkt, und das Warum („causam“) dagegen, d. h. den Urgrund alles Lebens und aller Bewegung, für ein „Geheimniß der göttlichen Allmacht“ erklärt.

Nicht ſo Herr Pohl: „Die Vorſtellung“, ſagt er, daß jedes der zahlloſen, den

der gewöhnlichen Eintheilung der erſte, der uns nächſte, der ſogenannten „oberen“* Planeten. — Sein aſtronomiſches Zeichen iſt ♂.

Jener Lage ſeiner Bahn gegen die Bahn der Erde gemäß* kann Mars der letzteren (in den Oppoſitionen) bis auf weniger als 8 Millionen Meilen nahe kommen, wogegen er ſich in der (oberen) Conjunction um den ganzen Durchmeſſer der Erdbahn (beiläufig 40 Millionen Meilen) weiter, als in der Oppoſition, von ihr entfernt findet; daher rührt es, daß er ſich uns zuweilen (wie z. B. — vergl. hinten — in der 2ten Hälfte des verwichenen Jahres 1845) ſcheinbar faſt ſo groß, ja gar glänzender als ſelbſt Jupiter (von deſſen ſchönem hellgelblichen er ſich jedoch durch ſein auffallend rötheres Licht unterſcheidet) darſtellt, während er in der weiteren Entfernung kaum einem Fixſterne 1ter Größe gleich kömmt. Dieſe, aus den angeführten Umſtänden nunmehr erklärte Erſcheinung, auf welche ich jedoch auch noch hinten zurückkomme, iſt gerade bei dieſem Planeten ſo ſehr auffällig, daß ſie wohl ſchon die Aufmerkſamkeit meh-

Weltenraum durchkreiſenden Geſtirne bei ſeinem erſten Auslaufe wie ein vom Stapel gelaßnes Schiff noch eines beſondern erſten Anſtoßes bedürfte, iſt vielmehr geeignet, den Witz des Spötters zu erregen, als der Reflexion des Erkenntnißtriebes ein wirklich haltbares Motiv darzubieten. Nicht der Stoß, ſondern der „Electro-Magnetismus“ und die Polarität ſind die treibenden „Grundurſachen“ aller „Himmelsbewegung“. —

Da ich, bevorwortetermaßen, den „Magnetismus“ hier unter ſeinem allgemeinſten aſtronomiſchen Geſichtspuncte betrachte, ſo habe ich dieſer Andeutung über ſeine neueſte Anwendung in unſerer Wiſſenſchuft auch gleich hier eine Stelle nicht verſagen dürfen; das Detail behalte ich nun, wie geſagt, für einen andern geeigneten Ort, und, der Billigkeit gemäß, erſt nach Einſicht der ganzen Pohl'ſchen Schrift, vor. — Prüfet Alles!

* Man theilt nämlich die Planeten unſeres Syſtems gewöhnlich in zwei Gruppen: in „untere“ Planeten (Merkur, Venus), deren Bahnen von der Erdbahn umſchloſſen werden; und in „obere“ („Mars“ u. ſ. w.), deren Bahnen dagegen die Erdbahn einſchließen; — und dieſe Eintheilung iſt z. B. befolgt und weiter auseinandergeſetzt in Nürnberger's Schrift: „Ueber das Zerfallen unſeres Planeten-Syſtems in zwei große Gruppen“. 2te Aufl. Kempten. 1839. gr. 8.

Mädler (der geiſtreiche Dorpat'er Aſtronom) ſchlägt aber („Populäre Aſtronomie“. Berlin. 1841. gr. 8. S. 211; ich citire noch die erſte Auflage, da mir von der zweiten, mannichfach bereicherten, erſt einige Hefte zugekommen ſind) vielmehr die, auf planetariſche Analogien begründete Eintheilung in drei Gruppen vor, zu deren erſter Er Merkur, Venus, Erde, Mars, zweiter die 4 Planetoiden (ſammt den Kometen von kurzer Umlaufszeit), und dritter die drei großen Planeten Jupiter, Saturn, Uranus rechnet. Der Artikel Planeten, in welchem ich die generiſchen Unterſchiede dieſer verſchiedenen Gruppen einander gegenüber ſtellen werde, führt mich ausführlicher hierauf zurück.

* Da Mars, in dieſer Gemäßheit, die Erde von außen umläuft, alſo nie zwiſchen Erde und Sonne geräth, ſo können wir auch nie ſeine dunkle, von der Sonne abgekehrte Hälfte (ſo ganz wie z. B. die der Venus) ſehen; vielmehr kehrt er uns, ſowohl in der Conjunction als in der Oppoſition, ſtets ſeine erleuchtete Hälfte ganz zu. In den Quadraturen jedoch kömmt uns, wie man durch Zeichnung am leichteſten findet, noch ein kleiner Theil der dunklen Hälfte dieſes (des nächſten der oberen) Planeten zu Geſicht, und er erſcheint dann nicht völlig rund (ſondern etwann ſo abgeſchnitten, ſo elliptiſch, wie der Mond drei Tage nach dem vollen Lichte). Bei den weiter entfernten oberen Planeten (z. B. Jupiter) iſt, wie ich gleich bevorworte, eben der ſoviel weiteren Entfernung wegen, Aehnliches gar nicht mehr zu bemerken.

rerer meiner Leſer erregt hat, daher ich mich zuerſt gleich darüber ausſprechen mußte.

Die Elemente der Marsbahn* anlangend, ſo iſt:

1) die mittlere Entfernung des Mars von der Sonne (wenn man die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne zur Einheit macht) = ... 1,523691,

oder (letztere zu 20666000 Meilen annehmend) = ... 31500000 Meilen;

2) ſeine ſideriſche Umlaufszeit (Rückkehr zum nämlichen Fixſterne) . . . . 686,98 Tage,

oder . . . . 1 Jahr 321 Tage $17\frac{1}{2}$** Stunden,

ſeine tropiſche Umlaufszeit (Rückkehr zur Nachtgleiche) . . . . 686,93 Tage,

oder . . . . 1 Jahr 321 Tage 16 Stunden 19′,

und ſeine ſynodiſche Umlaufszeit (z. B. Rückkehr zur Oppoſition) . . . . 2 Jahr 49 Tage 12 Stunden.

3) ſeine Epoche***, berechnet für 1800. Jan. 1. 0^h mittlere Pariſer Zeit . . . . 233° 5′ 34″;

4) die mittlere tägliche Bewegung (nämlich 686,98 Tage : 360° = 1 Tag :) . . . . 31′26″, 7;

5) die Länge des Perihels für

* Ich gebe ſie nach v. Lindenau's (des bekannten Sächſ. Staatsminiſters, vorherigen Directors der Sternwarte Seeberg bei Gotha) „Tabulae Martis novae et correctae ex theoria gravitatis clar. De la Place et ex observationibus recentissimis erutae. Auctore Bernhardo de *Lindenau*". Eisenberg. 1811. 4.

** Nämlich unſer Jahr (vergl. d. Art. S. 808.) zu 365 Tagen 6 Stunden gerechnet, wodurch in lauter Tagen und Stunden 321 T. $17\frac{1}{2}$ St. + 365 Tagen 6 St = 686 T. $23\frac{1}{2}$ St. kommt, welches ich wohl zu bemerken bitte, da andere Werke letztere Stunden-Angabe enthalten, wodurch man ſich leicht irr machen läßt.

*** Ich will gerade über dieſen ſchwierigeren Gegenſtand, obwohl er in dem beſondern Art. Epoche behandelt iſt, meinem Princip möglichſter Abrundung jedes beſtimmten Vortrages in ſich ſelbſt gemäß, hier, auf Veranlaſſung des Nachbar-Planeten, doch noch in einiges Detail eingehen. „Epoche" iſt mittlere Länge in der Bahn für einen oder den andern gewählten Moment, welcher Länge man alſo die (vergl. gleich oben) weitere mittlere Bewegung für eine beliebige Zeit hinzurechnen, und ſo die „mittlere Länge in der Bahn" für jeden andern Moment angeben, daraus aber, mit Bezug auf die Länge der Apſiden, die mittlere- (und aus dieſer wieder die wahre) Anomalie (ſ. d. A.) herleiten kann. Dieß iſt der Zweck der Epoche. — Wie findet man aber eine ſolche „Epoche" namentlich des Mars? Man habe dieſen Planeten in einer Oppoſition beobachtet, ſo beſitzt man unmittelbar eine wahre heliocentriſche Länge in der Ekliptik deſſelben, welche ſich, bei vorausgeſetzter Kenntniß der Knotenlänge und Neigung (vergl. auch dieſe beiden A. A.), in wahre Länge in der Bahn verwandeln läßt, deren Unterſchied gegen die Länge des Perihels, die wahre-, aus dieſer die mittlere Anomalie, und ſolchergeſtalt zuerſt die mittlere Länge in der Bahn für den betreffenden Moment der Beobachtung, ſodann aber, durch die obige Hinzurechnung, auch die, für jede ſpätere Zeit daraus folgende (geſuchte) „Epoche" gewährt. Dieß ſcheint nun zwar ein Cirkel im Schließen, indem letztlich doch immer wieder wahre „Anomalie" verlangt wird, von der man gleichwohl erſt zur mittleren geht; allein die Forderung der Angabe einer mittleren Länge in der Bahn für einen

den nämlichen Zeitpunct (eine Beſtimmung, welche nothwendig iſt, weil die Apſidenlinien — vergl. d. A. — aller Planeten eine kleine Vorrückung nach Oſten erleiden) . . . . 332° 22′ 51″;

6) die Excentricität zur ſelbigen Zeit (wie ich, wegen kleiner, auch dieſem Elemente widerfahrenden Veränderungen gleichfalls bedingen muß), die halbe große Axe der Marsbahn = 1 ſetzend, ... 0,0932168,
(alſo faſt 1/10 dieſer halben großen Axe) oder (0,093 . 31500000 =) . . . . 2936200 Meilen,
und mit Bezug auf die halbe große Axe der Erdbahn = 1, indem 31500000 : 20666000 = 0,093 : 0,1420000*,
woraus alſo die größte Entfernung von der Sonne (31500000 + 2936200 =) . . . . 34436200 —,
und die kleinſte (31500000—2936200 =) . . . 28563800 Meilen, folgt;

7) die größte Mittelpunctsgleichung (der größte Unterſchied zwiſchen mittlerer und wahrer Anomalie) gleicher Urſache wegen auch für die gleiche Zeit . . . . 10° 41′ 33″;

8) die Neigung der Marsbahn (der Winkel ihrer Ebene mit der Ebene der Ekliptik), eben ſo . . . . 1° 51′ 6″;
und endlich

9)** die, nicht weniger für den Anfang des laufenden Jahrhunderts berechnete Länge des aufſteigenden Knotens . . . . 47° 59′ 58″.

Mars nähert ſich, worauf ich hier zurückkommen wollte, und wie man mit Rückſicht auf ſeine alſo eben nachgewieſene, bedeutende Excentricität nunmehr noch beſſer einſieht, der Erde am meiſten, wenn er in der Oppoſition zugleich in ſeiner Sonnennähe iſt: Dieß war gerade der oben angeführte Fall des Jahres 1845 (Oppoſition am 17. Auguſt): die Entfernung dieſes Planeten von uns betrug damals (in runder Zahl) nur noch 8 Millionen Meilen*; und ſein ſcheinbarer Durchmeſſer hielt ziemlich 1/2 Minute (genauer 26″). In der (oberen) Conjunction dagegen, in

beſtimmten (wie geſagt, beliebigen ſpäteren) Zeitpunct (als den der bezeichneten Beobachtung), z. B. im Texte für den 1. Tag des Jahrhunderts, erheiſcht es natürlich ſo. — Hier iſt zugleich ein Inbegriff der ganzen Kepler'ſchen Planetentheorie.

* Ueber die, vom großen Kepler angewendete ſinnreiche Methode zu dieſer Ermittlung vergl. Excentricität, S. 404 und Kepler'ſche Regeln, S. 898. flgd. — Ich mache unten wiederholentlich aufmerkſam darauf.

** Die Leſer könnten ſich auf den erſten Blick überraſcht finden, hier 9 Elemente, ſtatt der, in dieſem beſonderen Artikel nur aufgeführten ſechs angegeben zu ſehen; Sie wollen ſich aber daran erinnern, daß mittlere Entfernung, Umlaufszeit und mittlere tägliche Bewegung, eben ſowohl als Excentricität und Mittelpunctsgleichung, resp. eigentlich nur für Ein Element zu rechnen ſind.

* Mars kommt uns, nächſt unſerm andern Nachbarplaneten Venus (welche in ihrer untern Conjunction nur 5 Millionen Meilen von der Erde abſteht), unter allen Planeten am nächſten, und iſt, wie wir unten ſehen werden, daher auch zu phyſiſchen Beobachtungen ganz beſonders geeignet.

welcher er alſo für uns jenſeit der Sonne, und, wie ich nun ebenfalls nachgewieſen habe, von

ihr bis über . .	34000000 Meilen
abſteht, indeß die Sonnenweite der (ſolchergeſtalt dieſſeit ſtehenden) Erde .	20000000 —
beträgt, ſteigt ſeine Entfernung von uns auf	54000000 Meilen,

und ſein Durchmeſſer erſcheint dann kaum 4 Secunden groß (nämlich nahe 54 : 8 = 26 : 4.) — Man ſieht zugleich bald ein, daß dieſe Ungleichheiten ſowohl die wahre (heliocentriſche, von der ſtarken Excentricität* herrührende) als, und zwar in einem noch viel größeren Maße, die ſcheinbare (geocentriſche, vergl. beide A. A.) Bewegung des Mars nicht weniger ungleich machen müſſen **.

Ueber die Geſtalt des Mars (oder vielmehr über ſeine geringe Abweichung von der allen Himmelskörpern gemeinen Kugelgeſtalt: über ſeine Abplattung) ſind die Beobachter nicht einig: Herſchel fand das Verhältniß der Rotationsaxe zum Durchmeſſer des Aequators = 15 : 16; der uns bekannte Lilienthaler Aſtronom Schröter*** dagegen = 80 : 81; Mädler, unſer wackrer Dorpat'er Aſtronom, welchem wir höchſt ſorgfältige Marsbeobachtungen verdanken („Beiträge zur phyſiſchen Kenntniß der himmliſchen Körper des Sonnenſyſtems“. Von Dr. Mädler. Weimar. 1841. gr. 4. — Mars S. 109—126), erwähnt der „Abplattung“ dieſes Planeten nicht; Gruithuiſen (der Münchener Aſtronom) gibt dieſelbe aber (vergl. d. Art. S. 26.) = $^1/_{334}$ an. Dieß will ſagen, wenn man den größeren, den äquatorealen Durchmeſſer des Mars in 334 gleiche Theile theilt, ſo enthält der kleinere, der polare Durchmeſſer (die „Rotationsaxe“), nur 333 ſolcher Theile: dieſer letztere iſt um $^1/_{334}$ des erſteren kürzer (welches, nach Maßgabe der Dimenſionen des Marsſphäroids, worauf ich gleich komme, etwann 3 unſerer Meilen austrägt, und bei Mitberückſichtigung ſeiner ebenfalls gleich anzugebenden Rotationsperiode, viele innere Wahrſcheinlichkeit hat).

Jene Dauer der Mars-Rotation (des Marstages)* beträgt wenig über 24

* Ich erinnre wiederholentlich daran, daß es auch dieſe ſtarke, faſt (ſ. oben) $^1/_{10}$ der halben großen Axe betragende „Excentricität“ der Marsbahn war, welche unſern Kepler, wie beſonders im ſchon citirten Art. Kepler'ſche Regeln ſo ausführlich gezeigt wird, bei der Entdeckung ſeiner Himmelsgeſetze begünſtigte.

** Die wahre (die „heliocentriſche“) Bewegung in der Bahn um die Sonne, iſt, eben wegen der ſtarken Excentricität, in der Sonnennähe natürlich bedeutend größer als in der Sonnenferne; von der Erde aus („geocentriſch“) beobachtet, müſſen aber, wegen der ſo außerordentlichen Verſchiedenheit der Entfernungen, ſelbſt gleiche, vom Mars zurückgelegte Bahnſtrecken unter überaus verſchiedenen Winkeln erſcheinen.

*** Ich bemerke auf dieſe Veranlaſſung, daß ſich Schröter bei ſeinen Mittheilungen über den Mars, in den aſtronomiſchen Journalen jener Zeit, namentlich im viel erwähnten Berliner „Aſtron. Jahrb.“, häufig auf ein eigenes Werk von ihm über dieſen Planeten: „Areographiſche Fragmente“ bezieht; allein ich habe daſſelbe nie zu Geſicht bekommen können, und die danach ſuchenden Leſer dürften ſich eben ſo vergeblich bemühen.

* In dieſer Zeit vollendet Mars eine volle Umdrehung (360 Grad) um ſeine Axe, ſeinen „Sterntag: der nämliche Fixſtern ſteht nach dieſer Zeit wieder im nämlichen Marsmeridian. Dieß iſt aber noch nicht genau der Sonnentag des Mars (der Tag in unſerer gewöhnlichen, wenigſtens aſtronomiſchen Bedeutung, der Wiedereintritt des Mittages): Mars legt nämlich (vergl. oben) in ſeiner Sonnenbahn täglich etwann $^1/_2{}^0$ zurück, und muß ſich alſo, nach den rotatoriſch vollendeten ganzen 360 Graden auch noch um dieſen $^1/_2{}^0$ darüber um ſeine Axe drehen, ehe er die Sonne wieder im nämlichen Meridian (wieder Mittag) hat, wozu er (360^0 : 24 St. = $^1/_2{}^0$:) beiläufig (vergl. hinten) 2 Minuten gebraucht, welches der „Ex-

Stunden 37 Minuten (unſerer mittleren Zeit, unſerer Uhrſtunden); ſie hat aus der Wiederkehr mehrerer conſtanten Flecke auf der Oberfläche dieſes Planeten, unter welchen Mädler (l. c.) einen ſcharf begrenzten, ſchwarzen, in der Nähe des Marsäquators befindlichen, auszeichnet, zur nämlichen Stellung gegen die Erde, abgeleitet werden können*. Die Urſache dieſer Flecke, wonach meine Leſer zunächſt mit beſonderem Intereſſe fragen dürften, muß in der verſchiedenartigen Beſchaffenheit der Marsoberfläche und der dadurch bedingten gleich verſchiedenartigen Reflexion des Sonnenlichtes geſucht werden: die grünen Ebenen, die Meere u. ſ. w. unſerer Erde reflectiren das Sonnenlicht auch auf verſchiedene Weiſe. — Die Axe der Rotation (die „Polar-Axe") iſt unter einem Winkel von 61° 18′ gegen die Ebene der Bahn des Mars um die Sonne geneigt*; und da ſie (eben als „Polar-Axe") auf der Ebene des Mars-Aequators ſenkrecht ſteht, ſo macht letztere Ebene mit jener erſteren alſo den Winkel von (90°−61° 18′ =) 28° 42′, welcher gerade das Nämliche iſt, was wir auf der Erde die „Schiefe der Ekliptik"**

ceß des Marsſonnentages" (über den Marsſterntag) heißt. — Auf der Erde beträgt dieſer „Exceß" (vergl. Sternzeit) aus leicht einzuſehenden Gründen, bekanntlich etwann das Doppelte.

* Es verhält ſich mit der Beobachtung dieſer Flecke des Mars zur Beſtimmung der Mars-Rotation, etwann wie mit der Beobachtung der Flecke der Sonne zur Ermittlung der Dauer der Sonnen-Rotation, worauf ich im letzteren Artikel zurückkomme: der irdiſche Beobachter nehme jetzt einen ſolchen (conſtanten) Flecken z. B. auf der Mitte der rotirenden Marskugel (der Marsſcheibe) wahr, ſo wird ihm dieſer Fleck nachher an dem einen Rande des ſich um ſeine Axe drehenden Planeten (der „Scheibe", unter welcher Geſtalt die Kugel erſcheint) verſchwinden, eine Zeit lang auf der Rückſeite verweilen, dann am andern Rande wieder ſichtbar werden und zur Mitte zurückkehren: die für jenen Beobachter darüber verſtreichende ganze Zeit gibt wenigſtens unter der Vorausſetzung, daß Erde und Mars ihre gegenſeitige Stellung unterdeß nicht verändert haben, offenbar die Dauer der Mars-Rotation. Nun hat aber eine dergleichen, wenn auch nur kleine Stellungsveränderung des Mars gegen die Erde in der Zwiſchenzeit wirklich Statt: während der oben angegebenen ohngefähren (ich rechne unten genauer) Dauer der Rückkehr von etwann 24 1/2 Stunde, eines Marsfleckes zur nämlichen Stellung gegen die Erde, hat letztere in ihrer Bahn beiläufig 1°, Mars in der ſeinigen 1/2° gemacht, welche beiden kleinen Bögen concentriſcher Kreiſe man als geradlinig und parallel betrachten mag; und der Planet muß ſich alſo, über eine volle Rotation, auch noch um die Differenz (von 1/2°) um ſeine Axe gedrehet haben, ehe der betreffende Fleck, der ſoviel weiter weggerückten Erde wieder auf der zum Beiſpiele gewählten Mitte der Marsſcheibe hat erſcheinen können. — Dieß leuchtet, ſcheint es mir, beim geringſten Nachdenken, leicht ein.

Heiße jetzt, Behufs der genaueren Rechnung, die beobachtete eigentliche Zeit der Fleckenrückkehr t, die eben ſo exacte Differenz der Erd- und Mars-Bahnbewegungen während dieſer Zeit, d, und die zu beſtimmende Dauer der wahren Marsrotation r; ſo hat dieſer Planet, in der Zeit t, rotirend offenbar gemacht 360° + d°, und man muß ſetzen 360° + d° : t = 360° : r. — Dieſe Methode der Beſtimmung wird die meiſten meiner Leſer befriedigen; wer Mehr verlangt, findet die lange Formel dazu namentlich in Schubert's viel citirter „Astronomie". II. 254.

* Nähere Anweiſung zu dieſer Beſtimmung im Art. Rotation; im Allgemeinen ſieht man bereits ein, daß die Art der Erſcheinung der Fleckenbewegung bei der Rotation durch die „Neigung" der „Rotationsaxe" bedingt iſt, und alſo darauf ſchließen läßt.

** Die Leſer gefallen ſich mit mir in Hervorhebung planetariſcher Analogien, und erinnern ſich demnach auf dieſe Veranlaſſung gern daran, daß die

(Abſtand jedes der beiden Wendekreiſe vom Aequator) nennen. — Auf die phyſiſchen Folgen davon für die Naturbeſchaffenheit dieſes Planeten komme ich ſogleich ausführlich.

Der wahre Durchmeſſer* der Marskugel wird zwiſchen 890 und 930 Meilen (alſo etwann halb ſo groß als der bekanntlich 1719 Meilen haltende Erddurchmeſſer) gefunden; aus der letzteren Angabe (welche die Auctorität mehrerer Meſſungen für ſich hat) folgt der Umfang des Mars-Aequators (930 . 3,141 =) 2900 Meilen, die Kugel-Oberfläche (2900 . 930 =) 2700000 Quadrat-Meilen (wenig über $^1/_4$ der Erdoberfläche von beiläufig 10 Millionen Quadratmeilen, demgemäß ſich auf der Marsoberfläche vier Mal weniger Raum als auf der Oberfläche unſeres Planeten Erde findet), und das Volumen $(2700000 . \frac{930}{6} =)$ 420 Millionen Cubic-Meilen (wogegen die Erdkugel 2650 Millionen ſolcher Meilen enthält, ſo daß man aus ihr $\frac{265}{42}$ = etwann 6 Marskugeln ſchnitzen könnte, und das „Volumen" des Mars alſo = $^1/_6$ des Erdvolumens anzunehmen iſt); die Maſſe (das Gewicht) des Mars ferner berechnet der uns ſchon hinreichend bekannte Franzöſiſche Aſtronom Delambre zu $^1/_5$ der Erdmaſſe, welches alſo ſagen will, daß, wenn die Erdkugel in einer Schale einer Wage läge, man, um dieſe Kugel aufzuwägen, 5 Marskugeln in die andere Schale thun müßte; Gruithuiſen dagegen (der ſchon citirte Münchener Sternkundige) gibt nur (0,13, etwann) $^1/_8$*, woraus endlich die Dichtigkeit dieſes Planeten, der Quotient ſeines Gewichtes (ſeiner Maſſe, vergl. d. A.) von $^1/_8$ des Gewichtes der Erdkugel, durch ſein oben = $^1/_6$ des Erdvolumens gefundenes Volumen, alſo $\frac{^1/_8}{^1/_6}$ (= $^6/_8$) = $^3/_4$ der (mittleren, durchſchnittlichen) Dichtigkeit des Erdkörpers, und derſelben ſolchergeſtalt nahe (ja, bei ſtrengeren Beſtimmungen wohl noch näher) gleich folgt, welches recht gut mit unſerer, ſchon im Art. Erde, S. 370. aufgeſtellten Behauptung der nahe gleichen Dichtigkeit der vier Planeten Merkur, Venus, Erde und „Mars" übereinſtimmt.

Dieß dürften etwann die wichtigſten mathematiſch-aſtronomiſchen Rückſichten ſeyn, unter welchen wir den Mars

Erdaxe gegen die Ebene der Ekliptik unter dem größeren Winkel von $66^1/_2{}^0$ geneigt iſt, und die „Schiefe" (vergl. Schiefe der Ekliptik) bei uns daher nur $(90 - 66^1/_2 =)$ $23^1/_2{}^0$ beträgt. Die Sonne entfernt ſich alſo auf der Erde $(28^1/_2 - 23^1/_2 =)$ 5 Meridiangrade weniger weit vom Aequator als auf dem Mars: unſere Wendekreiſe liegen nur $23^1/_2{}^0$ nördlich und ſüdlich von jenem Kreiſe, und ſchränken die heiße Zone (= der Grad-Summe der beiden kalten Zonen) auf $(2 . 23^1/_2 =)$ 47^0 ein, während dieſelbe auf dem Mars $(2 . 28^1/_2 =)$ 57^0 (bis 58^0; 10^0 mehr als auf der Erde) faßt, daher ſich jede der beiden kalten Marszonen auch 5^0 weiter vom betreffenden Pole erſtreckt. Der Gegenſatz der Jahreszeiten, ſoweit derſelbe vom Sonnenſtande abhängt, muß ſolchergeſtalt auf dem Mars viel energiſcher als auf der Erde ausfallen; — ich komme zwar, wie geſagt, unten ausführlicher und mit augenſcheinlichen Beweiſen dafür auf dieſen Umſtand zurück, nehme aber das Intereſſe der Leſer daran lieber gleich in Anſpruch.

* Derſelbe folgt aus dem ſcheinbaren (zwiſchen $3^1/_2$" und 26" wechſelnden), mit Bezug auf die betreffende Entfernung, durch ein Verfahren, von welchem ich gerade für dieſen Planeten, im Artikel Parallaxe (horizontale) ein Beiſpiel beibringen kann.

* Dieſer Mangel an genauer Uebereinſtimmung darf nicht befremden: wir haben im Art. Gravitation, S. 712. geſehen, daß nur die Maſſen ſolcher Himmelskörper, welche, durch die Gewalt dieſer ihrer „Gravitation", andere Körper (wie z. B. die Erde ihren Mond) um ſich herumtreiben, ſcharf beſtimmt werden können; Mars befindet ſich aber nicht in dieſem Falle (hat keinen Mond, oder ein ſolcher iſt — vergl. unten — wenigſtens doch noch nicht entdeckt).

zu unterſuchen hatten; noch viel intereſſanter jedoch wird dieſer unſer Nachbar-Planet, angedeutetermaßen, unter dem phyſiſchen Geſichtspuncte erſcheinen. Letzteren habe ich aber ganz beſonders in einer Betrachtung des Mars in Nr. 231 flgd. des Stuttgarter Morgenblattes für das Jahr 1841 hervorgehoben, welche damals ſo viel Beifall gefunden hat, daß ich den Leſern durch den unveränderten Abdruck derſelben, wenn dabei gleich einige kleine Wiederholungen vorkommen ſollten, ganz gewiß einen angenehmen Dienſt erzeige.

Das ganz beſondere Intereſſe, womit ich im Folgenden die neueſten Forſchungen und Entdeckungen in Betreff der phyſiſchen Beſchaffenheit der Weltkörper unſeres Sonnenſyſtems zuſammengeſtellt habe, iſt zunächſt erregt worden durch eine Aeußerung unſeres eben ſo beſonnenen, als doch auch eines ſchönen Enthuſiasmus fähigen Himmelsbeobachters Mädler. Dieſer, alles Zutrauen verdienende Gelehrte ſpricht ſich, geſtützt auf lange, emſige Beobachtungen des Planeten Mars, jetzt dahin aus: „daß es wenigſtens bei dieſem Weltkörper gelungen ſey, eine in allen ihren Einzelheiten befriedigende Deutung der beobachteten phyſiſchen Erſcheinungen aufzuſtellen, und daß Mars demzufolge als ein, auch in dieſen phyſiſchen Beziehungen unſerer Erde ſehr ähnlicher Weltkörper, gleichſam als ein allgemeines Bild derſelben, wie ſie aus großen Fernen (z. B. der doppelten des Mondes, mit freiem Auge geſehen) am Firmament erſcheinen würde, betrachtet werden dürfe."

Diejenigen Leſer, welche dem eigentlichen Sinne meiner öfter vorgetragenen aſtronomiſchen Anſichten Theilnahme geſchenkt haben, werden den ganzen Werth dieſes Reſultats ſorgfältiger Beobachtungen für mich begreifen: ich bemächtige mich ſeiner für die Conjecturalaſtronomie; und da ich es in ſo vortrefflicher Uebereinſtimmung mit den Schlüſſen finde, zu welchen ich mich früher auf ihrem Gebiete erhoben habe, ſo ſchreite ich, am Stabe dieſer ſchönen Beſtätigung, dreiſter auf demſelben fort. Eben deßwegen mache ich aber auch mit Mars, dieſem unſerer Erde ſo ähnlichen und in andern Beziehungen von ihr doch gewiß auch wieder ſo ſehr verſchiedenen Weltkörper, den Anfang meiner dießmaligen Mittheilungen über die neueſten Forſchungen und Entdeckungen in der Planetographie.

Die jüngſten Oppoſitionen des Mars, als die Stellungen, in welchen er uns am nächſten kommt und ſich alſo zu unſerer Beobachtung am meiſten eignet, haben am 17. April dieſes Jahrs (1841), am 11. März 1839, 5. Februar 37, 2. Januar 35, 20. November 32, und 19. September 30 ſtattgefunden, und ſind von Mädler ſämmtlich ſo viel benützt worden, als es die Umſtände irgend geſtatteten. Die günſtigſte unter denſelben war die Oppoſition im September 1830*, bei welcher dieſer Planet der Erde bis auf noch nicht volle acht Millionen Meilen nahe gekommen iſt und einen Durchmeſſer von 23 Secunden erreicht hat. Mars kann ſich nämlich nur bei dieſen, durchſchnittlich nach 26 Monaten eintretenden Oppoſitionen für uns unter einem Durchmeſſer zeigen, welcher phyſiſche Beobachtungen ſeiner Oberfläche erlaubt; doch ſelbſt in dieſen Fällen iſt ſeine Entfernung meiſt noch ſehr beträchtlich, und erſt nach etwa fünfzehn Jahren kommt er der Erde bis auf die mindeſt mögliche Entfernung von 7 $^7/_8$ Millionen Meilen nahe, und erhält dann neuerdings einen ſcheinbaren Durchmeſſer von 25,5 Secunden. Dieß wird wieder der Fall bei der Oppoſition vom 17. Auguſt 1845 werden; bei der nächſten Oppoſition (5. Juni 1843) ſteht er noch um 10 $^1/_4$ Millionen Meilen von uns ab, und ſein Durchmeſſer hält nur 18 Secunden.

Um ſich dieß Alles recht zu verſinnlichen, braucht man nur daran zu denken, daß die Bahn des Mars um die Sonne die Erdbahn zunächſt einſchließt, zugleich aber ſehr excentriſch iſt; ſteht Mars alſo für uns hinter der Sonne, ſo iſt er um den ganzen Durchmeſſer der Erdbahn (beiläufig 40 Millionen Meilen) entfernter von uns, als in den Oppoſitionen, wo ſich die Erde vielmehr zwiſchen ihm und der Sonne befindet, und wo er uns alſo nur der ſtarken (vergl. vorn), faſt 3 Millionen Meilen betragenden Excentricität wegen etwas näher kom-

* Von der neueſten Oppoſition des Jahres 1845 iſt ſchon vorn die Rede geweſen.

men oder etwas weiter von uns wegbleiben kann. Mit vielen genaueren Zahlenangaben hierüber möchte ich die Leſer nicht gern ermüden, da die Verſtändlichkeit des Vortrages dadurch doch nicht gewänne und die angeführten Data für dieſelbe hinreichen. Im Allgemeinen muß ich nur noch in's Gedächtniß zurückrufen, daß Mars viel kleiner iſt als die Erde. Die Oberfläche der letzteren enthält bekanntlich gegen *zehn* Millionen Quadratmeilen, die Oberfläche des Mars dagegen kaum *drei* Millionen.

Ein *Mond* ſcheint dieſem Planeten (vergl. jedoch hinten) zu fehlen, oder derſelbe müßte denn von einer Kleinheit ſeyn, wie kein anderer Weltkörper, ſo daß er ſich in der Oppoſition des Mars der äußerſt ſorgfältigen Beobachtung unſeres Mädler doch hätte entziehen können. Ferner muß ich, des Folgenden wegen, auch noch daran erinnern, daß das Jahr des Mars (und folglich jede ſeiner Jahreszeiten, namentlich der *Winter*) faſt doppelt ſo lang iſt als das Erdenjahr, nämlich Ein Jahr 10½ unſerer Monate. Zugleich wird der *Gegenſatz* der Marsjahreszeiten durch die auf dieſem Planeten ſtattfindende größere Schiefe der Ekliptik noch energiſcher. Auf der Erde beträgt dieſelbe bekanntlich 23½ Grad, d. h. die Wendekreiſe ſtehen nördlich und ſüdlich um ſo viel vom Aequator ab, die *heiße Zone* faßt alſo (das Doppelte) 47 Grad, jede der *Polarzonen* 23½, und jede der *gemäßigten* 43 Grad des Meridians; auf dem Mars dagegen entfernt ſich die Sonne an den Solſtitialtagen nördlich und ſüdlich faſt 29 Grad vom Aequator; die *heiße Zone* gewinnt daher eine Ausdehnung von 58 Graden, *jede* der *kalten* von 29 Graden, und für jede der *gemäßigten Zonen* bleiben nur 32 Grad, alſo für ſie zuſammen 22 Grad weniger als auf der Erde.

In der Oppoſition glänzt Mars ziemlich ſtark in einem *rothen* Lichte, welches vom unbewaffneten Auge ſogar noch beſtimmter als mit dem Fernrohre wahrgenommen wird und wohl ſchon den meiſten Leſern ſelbſt aufgefallen ſeyn mag. Die einzelnen Theile aber zeigten, nach den neueſten, von Mädler bekannt gemachten Beobachtungen*, zuweilen eine noch intenſivere Färbung, „welche am treffendſten mit einem reinen Abendrothe unſerer Erde verglichen werden könnte.“ Ich komme unten auch hierauf zurück. Außerdem gewahrt man mit guten Fernröhren auch ſonſt noch *Flecken verſchiedener Art* auf der Marsoberfläche, die einen *conſtanten* Charakter haben und alſo zur Beſtimmung der Rotationsperiode, deren genaueſte Ermittlung Mädlers dießmalige erſte Sorge war, dienen können.

Dreht ſich die Marskugel, wie wir dieß im Allgemeinen ſchon wiſſen, gleich der Erde und den übrigen Planeten, in der Richtung von Weſten nach Oſten um ihre Axe, ſo muß ein ſolcher conſtanter Fleck, den wir uns, zur Erleichterung der Vorſtellung, als im Mittelpuncte der *Scheibe*, unter welcher Geſtalt ſich die Kugel aus ſo weiten Fernen zeigt, erſcheinend denken wollen, jene Rotationsbewegung natürlich theilen und alſo, vom Mittelpuncte weg, dem einen Rande zurücken, dort verſchwinden, ſeinen Weg auf der Rückſeite der Kugel fortſetzen, nachher am entgegengeſetzten Rande hervortreten und endlich den Mittelpunct wieder erreichen. Und die Zeit, binnen der dieß Alles erfolgt, muß, wenn dabei Rückſicht auf den kleinen Einfluß genommen wird, welchen die indeß zugleich ſtattfindende *progreſſive* Bewegung des Mars und der Erde in ihren reſpectiven Bahnen auf die Erſcheinung ausübt, nothwendig der Zeit der Axendrehung (dem *Sterntage*) des Mars gleich ſeyn. Es verhält ſich damit wie mit den Sonnenflecken und der Sonnenrotation, wovon ich die Leſer am geeigneten Orte unterhalten werde.

Bei den hier in Rede ſtehenden Beobachtungen zeichnete ſich nun ein kleiner, recht ſchwarzer und ſcharf begrenzter Fleck auf der Marsoberfläche und unfern des Aequators dieſes Planeten als beſonders geſchickt zu der gewünſchten Beſtimmung aus, und es gelang dadurch, bei Anwendung des beſchriebenen Verfahrens

* In den ſo eben erſcheinenden „Beiträgen zur phyſiſchen Kenntniß der himmliſchen Körper im Sonnenſyſteme“. Von Wilhelm Beer u. Dr. *Mädler*. gr. 4. S. 125.

und mit Beziehung auf frühere Ermittlungen, die Rotationsperiode des Mars ſehr genau auf 24 Stunden, 37 Minuten 21 (bis 23,7) Secunden (irdiſcher mittlerer Sonnenzeit) feſtzuſtellen (Littrow gibt, nach Herſchel, noch 24 St., 39 M., 32 S. an). Die alſo herausgebrachte Zeit iſt, wie bemerkt, die Dauer eines Sterntages auf dem Mars, indem man, nach Vollendung einer ganzen Rotation, offenbar auch wieder den nämlichen Fixſtern im Meridian hat. Der, in Gemäßheit der gleichzeitigen Fortrückung des Planeten in ſeiner Bahn um die Sonne, davon etwas verſchiedene (mittlere) Marsſonnentag iſt um 2 Minuten, 12 Secunden länger, hält alſo 24 St., 39 M., 35,7 S. unſerer Zeit, und da das Marsjahr 686 unſerer Tage, 23 St., 30 M., 42 S. währt, ſo kommen auf ein ſolches 669 $^1/_3$ Marsſterntage (Rotationen) oder 668 $^1/_3$ Marsſonnentage (Zeiten von einem Marsmittage zum nächſtfolgenden), dergeſtalt, daß, wenn nur nach vollen Marstagen gerechnet werden ſoll, jedes dritte Jahr auf dieſem Planeten ein Schaltjahr von 669 dortigen Tagen wird.

Hievon kommen, da der Planet in der Sonnennähe eine ſchnellere, in der Sonnenferne dagegen eine langſamere Bewegung hat, der Sommer der Nordhalbkugel aber in die letztere fällt, von der Frühlingsnachtgleiche der Nordhalbkugel bis zum Sommerſolſtitium, 191 Tage (Frühling im Norden, Herbſt im Süden), von da bis zur Herbſtnachtgleiche (Sommer im Norden, Winter im Süden) 181 Tage (zuſammen 372 Tage); von dieſer bis zum Winterſolſtitium 149 $^1/_3$ Tage (Herbſt im Norden, Frühling im Süden), und endlich bis zur Frühlingsnachtgleiche (Winter im N., Sommer im S.) 147 Tage (zuſammen 296 $^1/_3$. Ganze Summe 668 $^1/_3$).

Wird der Frühling zum Sommer und der Herbſt zum Winter gerechnet, ſo verhält ſich demnach die Dauer des Sommers der Nordhalbkugel zu der der Südhalbkugel wie 19 zu 15; da derſelbe aber, wie geſagt, in die Sonnenferne fällt, ſo verhält ſich dagegen, nach Maßgabe der oben angegebenen Excentricität, die Intenſität des Sonnenlichtes im nördlichen Sommer zu der im ſüdlichen wie 20 zu 29; und das Reſultat der Vereinigung beider Verhältniſſe iſt alſo, wie man ſogleich überſieht, für die Nordhalbkugel ein längerer, gemäßigterer Sommer, und kürzerer, milderer Winter; für die Südhalbkugel aber ein kürzerer, heißerer Sommer, und ein längerer, ſtrengerer Winter *. Wir werden den höchſt merkwürdigen, „augenſcheinlichen“ (wie ich oben ſage), ganz unverkennbaren Einfluß hievon ſogleich näher kennen lernen.

Außer mehrfachen ſchwarzen und grauen konſtanten Flecken nämlich, welche die Oberfläche des Mars zeigt, und von denen wir eben einen zur Beſtimmung der Rotationsperiode mit ſo vielem Glück benützt geſehen haben, bietet dieſer Planet noch ein anderes Phänomen dar, welches zu den merkwürdigſten in unſerem ganzen Syſteme gehört, und von Mädler jetzt eben wieder einer höchſt genauen Beobachtung unterworfen worden iſt: ich meine die weißen Flecke an ſeinen Polen, die, im Allgemeinen ſchon längſt bekannt, was das Detail der Erſcheinung betrifft, erſt neuerdings vollkommen genau bezeichnet worden ſind.

* Auf der Erde findet aus demſelben Grunde Aehnliches ſtatt: der aſtronomiſche Frühling und Sommer der nördlichen Halbkugel dauert auch 8 Tage länger, als der der ſüdlichen. Allein die Geringfügigkeit der Excentricität der Erdbahn läßt dieſen aſtronomiſchen Einfluß nicht ſo merklich werden. Die größere Strenge des Winters auf der irdiſchen Südhalbkugel muß vielmehr auf phyſiſche Gründe geſchoben werden. — Höchſt merkwürdig bleibt aber immer die Wiederholung dieſes Gegenſatzes zwiſchen Nord und Süd, welcher ſich auch durch andere Umſtände offenbart. So finden wir z. B. auf allen Planeten, welche eine ſolche Beobachtung noch zulaſſen, die meiſten und höchſten Gebirge in der ſüdlichen Hemiſphäre. Littrow macht dazu die Bemerkung, „daß Nord und Süd vielleicht nicht bloß eine mathematiſche Unterſcheidung ſey, ſondern daß damit wohl auch eine beſondere, durch unſer ganzes Syſtem wirkende Kraft in Verbindung ſtehe“. — Ich habe dieß ſchon öfter hervorgehoben.

Dieſe Flecke zeigen ſich, ſo oft und wie ſie der Lage der Marskugel gegen die Erde nach beobachtet werden können, ſtets als eine im reinſten Weiß glänzende Bedeckung beider **Marspolarzonen**, und dieſe ihre Farbe contraſtirt auf das grellſte mit der Farbe der übrigen Theile der Marskugel. Schon **Maraldi** (Zögling des bekannten franzöſiſchen Aſtronomen Caſſini d. ä.) beobachtete im Jahr 1704 und genauer 1719 einen ſolchen Polarfleck, und **Herſchel** (der Vater) hat den hellen Fleck am Südpole in den Jahren 1777, 1781, beſonders aber vom Mai bis November 1783, wo derſelbe der für dieſen Pol eintretenden Polarnacht wegen aufhörte, von der Sonne beſchienen zu werden, ſehr gut wahrgenommen und ſeine Mitte mit dem Pole ſelbſt genau genug zuſammenfallend gefunden. Für die nördliche Marshalbkugel iſt die Coincidenz der Mitte des Flecks mit dem Puncte des Pols durch die frühern Beobachtungen nicht ſo gut conſtatirt, ein Umſtand, der unten ebenfalls noch in weitern Betracht genommen werden ſoll. In neueren Zeiten haben der franzöſiſche Aſtronom **Flaugergues** und unſer Lilienthaler **Schröter**, nach ihnen aber namentlich **Gruithuiſen**, dieſelbe Beobachtung häufig wiederholt und, im Ganzen genommen, wenigſtens das Allgemeine der Erſcheinung immer als daſſelbe erkannt.

Man hat dieſen Flecken, wie die Leſer wohl ſchon wiſſen, den Namen der **Schneezonen** des Mars beigelegt: „und in der That", ſagt Mädler, „nach langjähriger Fortſetzung derſelben Beobachtungen vereinigen ſich alle Umſtände dahin, dieſen Namen zu rechtfertigen *. Nicht allein zeigen ſich dieſe Zonen kleiner, je höher die Sonne zu dem betreffenden Marspole hinauf tritt (bald nach dem Sommerſolſtitium der entſprechenden Halbkugel); ſondern ſie laſſen ſogar den (deßhalb oben von uns hervorgehobenen) Unterſchied wahrnehmen, welchen die große Excentricität der Marsbahn, bei der Lage des Planeten in dieſer Bahn, auf den Winter der **Nord**halbkugel, im Vergleiche zu dem der **Süd**halbkugel, hervorbringen muß". — Wir hatten als Folge davon oben für die erſtere einen kürzern Winter und längeren, gemäßigteren Sommer, für die letztere aber einen längeren, ſtrengeren Winter und kürzeren, heißeren Sommer nachgewieſen. — „Iſt das weiße Polarlicht der Marskugel in der That der Reflex eines unſerm Eis und Schnee ähnlichen Winterniederſchlages, ſo muß es ſich alſo am Südpol im Winter weiter erſtrecken als am Nordpole, im Sommer aber an jenem in engere Grenzen zurückgehen als an dieſem". Genau dieß zeigen aber wirklich ſchon die Beobachtungen bei den Oppoſitionen in den Jahren 1830, 32 und 37, und die neueſten Beobachtungen beſtätigen es vollkommen. In den Jahren 30 und 32 war der Marsnordpol in ſeinem Winter und von der Erde abgewandt: vom Flecke war nichts zu ſehen, und er konnte ſich alſo nicht über dreißig Grad von dieſem Pole nach dem Aequator zu erſtrecken, weil ſein Glanz ſonſt doch noch in dieſer Gegend wahrgenommen worden wäre; dagegen war 1837, im Winter des abgewandten **Süd**pols, weiter nach der Mitte der Marskugel zu noch eine Spur der Schneezone (des weißen Lichtes) zu ſehen, daher dieſe Zone mindeſtens bis auf **ſechsunddreißig** Grad vom Pol ab nach dem Aequator zu ausgedehnt ſeyn mußte. Noch beſtimmter beſtätigte der Augenſchein die für den Sommer gemachte Folgerung. Zu einer Marsjahrszeit, welche beiläufig dem 12. Januar unſerer Erde entſpricht, und wo alſo die **Süd**halbkugel des Planeten im Maximum ihres Sommers ſteht, hatte ſich der weiße Südpolfleck bis auf ſechs Grad um den Pol zurückgezogen; als der Nordpol dagegen ſeinen Som-

* Wie es jetzt ſteht und auch wohl immer ſtehen wird, ordnet jeder Planet ſeine innern Angelegenheiten ſelbſt; keinem noch ſo mächtigen Nachbar kann es einfallen, zu interveniren. — Deſto ungeſtörter und unbefangener können wir uns der Betrachtung deſſen überlaſſen, was die ſchaffende Natur im Großen darbietet, und von dieſen allgemeinen Anſchauungen ausgehend, können wir verſuchen, die einzelnen Bildungen, die ſich auf der Oberfläche der Weltkörper zeigen, etwas näher zu erforſchen.

Mädler.

mer erhielt, zeigte ſich das Schneelicht einige Zeit nach der Sommerſonnenwende, wo doch die Wirkung der Sonnenſtrahlen erſt ihr Maximum erreicht, noch immer in einer bis auf fünfzehn Grad um dieſen Nordpol der ausgedehnten Zone*.

Mädlers Beobachtungen heben dabei zwar die ſchon oben berührten Zweifel über die vollkommene Coincidenz der Rotationspole mit den Mittelpuncten der Schneezone nicht auf; allein im *phyſiſchen* Verhältniſſe ändert dieß weſentlich nichts, denn wenn die Centra der Flecke auch nicht genau die *Rotationspole* wären, ſo könnten ſie doch gar wohl die *Kältepole* ſeyn, welche bekanntlich ja auch auf der Erde nicht genau mit jenen zuſammenfallen**; und die bemerkten Verſchiedenheiten harmoniren demnach auf das vollkommenſte mit der Annahme, daß wir in dieſen weißen Marspolarflecken einen, unſerm Schnee analogen Winterniederſchlag erblicken. „Es iſt", ſetzen unſere Beobachter dieſer Entſcheidung hinzu, „in der That faſt ganz unmöglich, eine ſich ſo ſchön bewährende Deutung von der Hand zu weiſen; unſere Erde *muß*, aus Planetenferne beobachtet, ganz ähnliche Erſcheinungen darbieten; nur wird bei ihr, wegen der geringeren Excentricität der Bahn, der Gegenſatz zwiſchen der nördlichen und ſüdlichen Halbkugel nicht ſo auffallend ſeyn."

Wenn wir aber ſolchergeſtalt ſchlechterdings gezwungen ſind, auf dem Mars das Vorkommen eines, unſerm Schnee ähnlichen Winterniederſchlages zuzugeben, ſo folgt daraus ferner von ſelbſt das Vorhandenſeyn einer *Atmoſphäre* auf dieſem Planeten, die Dünſte aufnimmt und wieder fallen läßt. Ich habe ſchon oben noch eine andere Beobachtung angeführt, welche das Vorhandenſeyn eines ſolchen, nnd zwar unſerer irdiſchen Atmoſphäre an Dichtigkeit mindeſtens gleichkommenden*, Luftkreiſes des Mars anzeigt; aber außerdem ſpricht auch der Umſtand dafür, daß die Flecke dieſes Planeten in der Nähe des Randes ſeiner ſcheinbaren Scheibe, und wo die Geſichtslinie alſo länger durch die Atmoſphäre fortgeht, ſtets etwas verwaſchen erſcheinen, auch wohl ganz verſchwinden, gleichwie ferner ein oft bemerkter, plötzlich entſtehender heller Glanz des Randes einem eigenthümlichen Prozeſſe in dieſer Marsatmoſphäre ſeine Entſtehung zu verdanken ſcheint. Noch muß ich in dieſer Beziehung aus älteren Beobachtungen nachtragen, daß Maraldi, Herſchel, Schröter und Gruithuiſen, neben den conſtanten Flecken, übereinſtimmend auch *veränderliche* Flecke auf der Marsoberfläche wahrgenommen und als wolkenähnliche Verdichtungen in der Marsatmoſphäre erklärt haben; ja Schröter erkannte an manchen dieſer letztern Flecke eine, von der Rotation unabhängige Eigenbewegung, die namentlich bei einem ſolchen als „Wolkenſtreif" erklärten Fleck eine Geſchwindigkeit von drei Meilen in der Stunde (zwanzig Fuß in der Secunde), in der Richtung von Nordweſt nach Südoſt auf der Marsoberfläche ergab.

Für das Vorhandenſeyn von *Meeren* auf dem Mars, um auch darauf zurückzukommen, ſprechen, wiewohl der Nach-

* Fortgeſetzte Beobachtungen dieſes merkwürdigen Verhältniſſes, welche durch die ſcharfe Begrenzung und große Deutlichkeit der Flecke ſehr begünſtigt werden, können uns einſt noch die Grenzen des ewigen Schnees auf dem Nachbarplaneten beſſer kennen lehren, als wir dieſelben für unſern eigenen kennen. Ich habe daher nicht Unrecht gehabt, den Mars oben als „ein allgemeines Bild der Erde" zu bezeichnen.

** Die Geſtalt der Linien nämlich, welche die Orte von gleicher mittlerer Temperatur auf der Erdkugel verbinden (der „iſothermen" Linien), führt zu Puncten der Erdoberfläche, wo die Temperatur im Verhältniſſe zur geographiſchen Breite am geringſten iſt („Kältepole"), und deren einer nördlich vom aſiatiſchen Feſtlande (die ſüdliche Hemiſphäre iſt in dieſem Bezuge noch zu wenig bekannt) liegt und bei weitem *nicht mit dem Rotationspole der Erde zuſammenfällt*.

* Dieß iſt wenigſtens die Anſicht früherer Aſtronomen über die Marsatmoſphäre. Mädler dagegen nimmt dieſe Atmoſphäre wegen der geringeren Schwere an der Marsoberfläche etwas feiner als die irdiſche an.

weis eines Luftmeeres ſchon einen hinreichenden Beweis dafür abzugeben ſcheint, ebenfalls direkte Beobachtungen. Zuvörderſt findet man die weißen Polarzonen nicht ſcharf kreisförmig begrenzt, ſondern nach einigen Richtungen hin mehr, nach andern weniger ausgedehnt; es muß alſo auf dem Mars, eben ſo wie auf der Erde, Gegenden geben, welcher bei gleicher Breite eine kältere Natur haben als andere. Nach der irdiſchen Analogie bedingen beſonders Meer und Land einen ſolchen Unterſchied; und man wird daher die Meere des Mars auch wohl zugeben müſſen. Außerdem aber überzeugten ſich Beer und Mädler wiederholt, daß die das Licht reflektirenden Theile der Marsoberfläche größer ſind und überall in Verbindung ſtehen, gleich den Oceanen der Erde; aus Planetenferne geſehen, würde unſere Erde auch in dieſer Beziehung einen ganz ähnlichen Anblick darbieten. — Eben ſo wird es der Oberfläche des Mars gewiß nicht an Unebenheiten fehlen; „aber“, bemerkt der vorſichtige Mädler, „dieſelben von der Erde aus wahrzunehmen, ſelbſt wenn uns Mars bis auf das angegebene Minimum der Entfernung von etwa 8 Millionen Meilen nahe gekommen iſt, darf auch mit den ſtärkſten Inſtrumenten nicht erwartet werden, wenn die Marsberge nicht wenigſtens 20 Meilen hoch ſind, was wider die Analogie wäre, da die Höhe der Berge ſicher ſtets in einem gewiſſen angemeſſenen Verhältniſſe zum Halbmeſſer des betreffenden Weltkörpers ſteht, die höchſten Gebirge unſerer im Halbmeſſer faſt doppelt ſo großen Erdkugel aber bekanntlich wenig über 1 Meile Höhe haben“.

An die hier entwickelten Beobachtungen knüpft nun ein anderer Aſtronom (Gruithuiſen) noch einige Vermuthungen über die Bewohntheit des Mars, welche ich den Leſern ebenfalls nicht vorenthalten will.

Wir haben oben geſehen, daß die zwiſchen den beiden Wendekreiſen des Mars enthaltene (auf der Erde die ſogenannte heiße) Zone, wegen der auf dieſem Planeten ſtattfindenden größeren Schiefe der Ekliptik (ſtatt wie auf der Erde nur etwa 47 Grad), 58 Grad begreift (ſich vom Aequator des Mars bis zu 29 Grad nördlicher und 29 Grad ſüdlicher Breite erſtreckt). Nun beträgt aber die mittlere Entfernung des Mars von der Sonne 32 Millionen Meilen (die der Erde bekanntlich nur etwa 20 Millionen Meilen), und die Sonne erſcheint den Marsbewohnern unter einem Durchmeſſer von beiläufig nur 20 Minuten (uns etwa von 30 Minuten). So weit die Erwärmung alſo von dieſen Umſtänden abhängig iſt, muß die mittlere Temperatur der tropiſchen Zone des Mars weniger hoch ſeyn, als die unſerer heißen Zone. Gruithuiſen ſchränkt daher dieſe Tropicalzone des Mars nördlich und ſüdlich noch um einen Grad ein, und nennt denjenigen Theil der Marsoberfläche, welcher ſich nördlich und ſüdlich bis zu 28 Grad Breite erſtreckt, die „temperirte Zone“, wo, wie auf unſern bewohnten höchſten Puncten unter und nicht weit vom Aequator (z. B. auf der Bergebene von Quito), „ein ſteter Frühling“ herrſchen wird. Die beiden, 29 Grad des Meridians vom Nord- und Südpole herabgehenden kalten Zonen der Marskugel hält Gruithuiſen für ganz unbewohnbar, und die zwiſchen dem 29. und 61. Grade nördlicher und ſüdlicher Breite enthaltenen (im irdiſchen Sinne alſo gemäßigten) Zonen, ebenfalls ſtrenger Kälte wegen, nur für theilweiſe bewohnbar.

„Von der organiſchen Welt auf dem Mars“, fährt dann Gruithuiſen fort, „läßt ſich analogiſch noch manches vermuthen, wenn nur keine zu nahe Bezeichnung verlangt wird. Die Pflanzen haben wohl in der Tropicalzone dieſes Planeten bereits den Alpencharakter, und bei zunehmender Breite verarmt die Marsflora wohl an vollkommeneren Pflanzenformen. Die thieriſche Organiſation zeigt aber gewiß auch hier ihre beſtimmten Typen, und es wird, bei den übrigen Aehnlichkeiten, hinſichtlich ihrer ebenfalls eine nähere oder fernere Vergleichung mit dem möglich ſeyn, was uns die Erde bietet. Gibt es aber endlich Menſchen auf dem Mars, ſo werden ſie an Größe und Stärke manches mit den Bewohnern hoher Bergebenen der Erde gemein haben, und der Planet wird ſolchergeſtalt den Namen Mars noch mit beſonderem Rechte verdienen“. —

Beer und Mädler ſind nun freilich weit

entfernt, auf ihre oben vorgetragenen neueſten Beobachtungen ſo beſtimmte Folgerungen zu gründen; allein ſie ſchließen ihre Darſtellung doch mit den von mir ſchon an die Spitze geſtellten Worten, welche wir hier abſichtlich wiederholen: „daß es bis jetzt noch bei *keinem* der übrigen Weltkörper gelungen iſt, eine ſo wahrſcheinliche und ſelbſt in ihren Einzelheiten ſo vollkommen befriedigende Deutung der beobachteten Phänomene aufzuſtellen“. Es dürfte — fügen ſie hinzu — nach allem Geſagten nicht zu gewagt ſeyn, den Mars als einen unſerer Erde auch in *phyſiſcher Beziehung* ſehr ähnlichen Weltkörper zu betrachten. Die weſentlichſten Unterſchiede zwiſchen Mars und Erde ſind nur der geringere Durchmeſſer des erſteren, die ſtarke Excentricität ſeiner Bahn und der Mangel eines Mondes; denn das Fehlen eines ſolchen iſt nun wohl als vollkommen erwieſen anzunehmen*. Dagegen ſtimmen die Tageslängen, die Dichtigkeiten, außer den vielen andern oben hervorgehobenen Umſtänden, nahe genug, um die Aehnlichkeit, bei manchen aus den Verhältniſſen ſelbſt folgenden kleineren Verſchiedenheiten, ſehr auffallend zu machen.

Die Conjecturalaſtronomie könnte auf dieſem ſo wohl gelegten Fundamente immerhin noch dreiſter fortbauen; ich will es indeß für dießmal bei dem Angedeuteten bewenden laſſen und verweiſe, indem *ich* hier den ſo intereſſanten Art. „*Mars*“ beſchließe, die Leſer, welche noch weiteres, namentlich Beobachtungs-Detail verlangen ſollten, vielmehr abermals auf das ſchon oben citirte Werk von *Mädler*: „Beiträge zur phyſiſchen Kenntniß der himmliſchen Körper im Sonnenſyſteme“. Weimar. 1841. gr. 4. mit 7 Kupfertafeln, gleichwie auf die ebenfalls bereits angeführten „Tabulae *Martis*, auctore *de Lindenau.*“ Eiſenberg. 1811. 4. —

Maß, Maaß*; Mensura; *Mesure*. So heißt jede gegebene Größe, welche als *Einheit* oder als *Norm* genommen, dazu dient, irgend eine andere Größe zu „meſſen“, oder ihren Gehalt in ſpecieller Beziehung ihrer Größe zu beſtimmen. Der Gegenſtand, unter allen ſeinen Geſichtspuncten betrachtet, iſt von *ſehr* weiter Ausdehnung; ich habe mich, in der bloß *aſtronomiſchen* Rückſicht meines Werkes, des *linearen Maßes* der „Meilen“, „Toiſen“, „Metres“, „Fuße“ u. ſ. w., und des *Zeitmaßes* der „Jahre“, „Tage“, „Stunden“ u. ſ. w. bedient; und ſchränke mich jetzt lediglich auf Beibringung einer allgemeinen numeriſchen Ueberſicht davon ein.

Unter „*Meile*“ (vergl. auch den beſondern Artikel) zunächſt wird hier die (Deutſche oder) *geographiſche* ver-

* Nach einer gewiſſen Regel *müßte* Mars gleichwohl einen Mond haben. Der verewigte Berliner Aſtronom *Bode* hielt ſich, wie er mir oft mündlich erklärt hat, vom Daſeyn eines ſolchen feſt überzeugt. „Da Mars“, bemerkt er in ſeiner Sternkunde, „ſelbſt nur klein iſt und das Licht der Sonne nicht eben lebhaft zurückwirft, ſo finden beide Umſtände vermuthlich auch bei ſeinen (Bode ſchreibt *ſeinen*, nicht *ſeinem*: er ging von dem Geſichtspuncte aus, daß die Zahl der Monde nach der Regel der wachſenden Entfernung des betreffenden Hauptplaneten von der Sonne zunehmen müſſe) Trabanten ſtatt. Ferner kommt Mars der Erde nur etwa alle zwei Jahre näher, und dann wäre nur wenige Zeit hindurch Hoffnung, ſeine Trabanten durch die vollkommenſten Teleſkope zu ſehen; endlich aber entfernen ſie ſich vielleicht um viele ſeiner Durchmeſſer von ihm, und die Neigung ihrer Bahnen gegen die Ekliptik könnte auch beträchtlich ſeyn, wodurch ihre Auffindung noch mehr erſchwert werden würde“.

* Die gewöhnliche Schreibart iſt Maaß (ſeltener Maas); ſie beruhet auf der *Ausſprache*, wonach das *einfache* a vor ß (wie z. B. in Aß [Daus], wenigſtens) oft kurz wird. Die hier gewählte Schreibart hat dagegen die *Etymologie* für ſich, inſofern das Wort von Meſſen mit einfachem Vocal und doppeltem ſ abgeleitet werden kann. Auch ſchreibt *Heinſius* („Wörterbuch der Deutſchen Sprache“. Hannover. 1820. 4 B. gr. 8.), welchen ich in Dingen dieſer Art immer als Auctorität citire, wie ich oben, „Maß“.

ſtanden, deren 5400 auf den Umfang des Erdäquators (15 auf jeden der 360 Grade [15 . 360 = 5400] dieſes „größten Kreiſes" der Erdkugel) kommen, durch unmittelbare Meſſung, und welche alſo als ein, der Natur ſelbſt zu entnehmendes Maß betrachtet werden könnte *. Eine ſolche „Meile" hält, unter den, im Art. Erde, S. 362. gemachten Vorausſetzungen, 22869 Pariſer=, oder (da der Pariſer Fuß = 144=, der Rheinländiſche aber nur = 139, 18 Pariſer Linien iſt, und ſich dieſe beiden Fußmaße, auf welche, als die gewöhnlichſten, ich mich hier beſchränke, alſo = 14400 : 13918 verhalten) 23661 (nämlich $\frac{22869 . 14400}{13918}$) Rheinländiſche Fuß. Die „Toiſe" aber, auf welche ſich der Aſtronom bei geringeren Dimenſionen (wie z. B. unſer Dorpater Mädler in ſeinem trefflichen Mondwerke, bei Angabe der Höhe der Mondberge) gern bezieht, iſt = 6 Pariſer= (und mithin = $6 . \frac{14400}{13918}$ Rheinländiſche=) Fuß. — Bei den großen Entfernungen der Fixſterne (vergl. d. Art. S. 554.) haben wir uns dagegen, ſtatt der einzelnen Meilen, lieber der mittleren Entfernungen der Erde von der Sonne (in runder Zahl = 20 Millionen Meilen), unter dem Namen der „Sonnenweite" (ſ. d. beſondern Art.) bedient.

Die weitere Theilung der 360 „Grade" (ſ. Grad) des Kreisumfanges ſodann, überſieht man am beſten auf nachſtehende Weiſe:

Grade.	Minuten.	Secunden.
	1.	60.
1.	60.	3600;

ein Schema, welches meine Leſer leicht ſelbſt auf Tertien, Quarten, Quinten ausdehnen können; — ich begnüge mich hier, aus dem citirten Art. zu wiederholen, daß danach der ganze Kreisumfang 360° . 60 = 21600′ = 21600′ . 60 = 1296000″ enthält.

Das Zeitmaß endlich anlangend, ſo ergibt ſich daſſelbe ebenfalls am überſichtlichſten aus folgender gleich ſchemaartiger Anordnung:

Jahr.	Tage.	Stunden.	Minuten.	Secunden.
			1.	60
		1	60.	3600
1.	365¼ †	8766.	525960.	31557600.

(Laplace dagegen: 1 Tag = 10 St., 1 St. = 100′, 1′ = 100″).

* Die nämliche Idee lag (wenigſtens angeblich; denn der wiſſenſchaftliche und nicht dieſer techniſche Zweck war wohl zunächſt die Hauptſache, indem letzterer durch Beziehung auf die Länge des einfachen Secunden=Pendels [vergl d. A.] unter einer beſtimmten Breite, offenbar kürzer erreicht werden konnte) bei der großen Franzöſiſchen Gradmeſſung, von welcher, unter dieſem Geſichtspuncte, im Art. Erde, S. 357. die Rede iſt, zu Grunde: der zehnmillionſte Theil der dabei zu ermittelnden Länge eines vollen Quadranten des Erdmeridians ſollte unter dem Namen „*Mètre*" die Baſis des Neu=Franzöſiſchen Maßſyſtems bilden (bildet ſie bekanntlich auch wirklich). Ein ſolcher „Meter" (auf den ich nun oben weiter nicht zurückkomme) iſt = 443.44 (nach einer andern Beſtimmung 443,296) Pariſer=Linien (welche ich zur Bezugsgröße wähle) . . . . = 3 Fuß 0 Zoll 11,44 Linien Pariſer Maß,
und unterſcheidet ſich alſo von der (vergl. oben) Toiſe (= 6 Fuß) . . . . = 5 — 11 — 12 — — —
um . . . . 2 F. 11 Z. 0,56 L. Pariſer Maß,
oder hält nahe 1 Pariſer Zoll mehr als die halbe Toiſe, iſt nahe = 3 Fuß 1 Zoll Pariſer Maß.

† In dieſer Art nämlich wird das Erdenjahr (vergl. Jahr, S. 808.) gewöhnlich, namentlich beim Ausdrucke der Jahre anderer Planeten in Erdenjahren, genommen: die Dauer des Marsjahres z. B. beträgt (l. c.) in

In näheres Detail über den weitſchichtigen Gegenſtand habe ich, wie geſagt, nicht einzugehen; wer aber dergleichen Entwicklungen, und zwar weniger unter dem Geſichtspuncte des bürgerlichen Lebens, als für das rein wiſſenſchaftliche Bedürfniß verlangt, dem weiß ich nichts Beſſeres als den Artikel „Maß“ vom Heidelberger Naturforſcher Muncke (faſt 200 S. gr. 8.) in der viel citirten neuen Auflage von Gehler's „Phyſikaliſches Wrtrb.“ zu empfehlen.

Maſſe*; Massa; Masse. „Unter der „Maſſe“ eines Körpers verſteht man die Menge ſeiner undurchdringlichen Materie“. — Dieſe allgemeine Definition, welche meine Leſer, alſo gefaßt, ſchwerlich befriedigen wird, finden Sie in Ihren Lehrbüchern der Phyſik; wenn ich Ihnen aber, mit aſtronomiſcher Einſchränkung des Begriffs auf die Maſſen der Weltkörper, z. B. im kurz vorangehenden Artikel Mars bemerke, „der Ausdruck: die Maſſe des Mars betrage 1/5 der Maſſe unſerer Erdkugel, wolle ſagen: daß, wenn letztere Kugel in der einen Schale einer Wage läge, man, um dieſe Kugel aufzuwägen, in die andere Schale 5 Marskugeln thun müſſe“*; ſo verſtehen Sie mich alſobald vollkommen. Dieß iſt aber auch in der That die adäquateſte Erklärung der Sache unter unſerm Geſichtspuncte: die Weltkörper ſtellen ſich wirklich als Gewichte** in der Himmelswage dar, in welcher ſie durch die Gewalt ihrer Gravitation ganz die, in dieſem Artikel ſo ausführlich erklärten nämlichen Wirkungen hervorbringen; und wenn mich die Leſer fragen, wie eine ſolche Gewichtsermittlung der Weltkörper, z. B. des eben erwähnten Planeten Mars, nur irgend gedacht werden könne? ſo verweiſe ich Sie auf dieſen Artikel, eben um daſelbſt zu erſehen, daß die Schwer- („Gravitations-) Einflüſſe dieſer Weltkörper genau nach Gewichtsart erfolgen***.

lauter Tagen und Stunden . .	686 T. 23 St.,
wofür man in den Tabellen . .	1 J. 321 — 17 —,
alſo eine ſcheinbare Differenz von	6 St.

findet, welche eben vom Anſatze des Erdenjahres zu 365¼ Tagen (365 Tagen 6 Stunden) herrührt. — Mehrere Beiſpiele finden ſich gleichfalls l. c., allwo ich bereits auf dieſen Umſtand, wodurch man ſich ſo leicht irren läßt, aufmerkſam gemacht habe. Endlich muß ich auch noch bemerken, daß „Wochen“ und „Monate“ nicht hierher gehören: beide Zeit-Abſchnitte, beſonders in ihrem Bezuge zum Mondlaufe, ſind vielmehr in eigenen A. A. behandelt.

* Man verwechſelt oft „Maſſe“ und „Volumen“ eines Körpers; die Bezeichnung der „Maſſe“ als identiſch mit dem Gewichte, wie ich den Begriff oben charakteriſire, hebt den Unterſchied am beſten hervor: eine Kugel von Holz, und eine Kugel von Eiſen, beide von gleichem Durchmeſſer, haben offenbar gleiches „Volumen“ (gleiche räumliche Ausdehnung), aber gewiß ein ſehr verſchiedenes Gewicht, eine ſehr verſchiedene „Maſſe“. — Die zu Schluſſe des gegenwärtigen Artikels folgenden Betrachtungen über „Dichtigkeit“ machen die Sache vielleicht noch einleuchtender.

* Wir hatten das Gewicht der Erdkugel, mit Bezug auf ihre mittlere Dichte („durchſchnittliche“ Dichte ihrer verſchiedenen concentriſchen Schichten; ich komme hinten hierauf zurück), im Art. Erde (S. 362.) = 90000 Trillionen Centner ermittelt; „Mars“ wöge hiernach $\left(\frac{90000}{5} =\right)$ 18000 Trillionen Centner. — Dieß befriediget vielleicht noch unmittelbarer.

** In dieſem beſondern Art. Gewicht iſt die Sache, wie ich für den Fall einer Vergleichung bevorworten muß, unter dem engeren Geſichtspuncte „des bloßen Druckes“ betrachtet worden, „welchen die Körper auf dem beſtimmten Planeten durch ihre dortige Schwere ausüben“ — Ich bitte, Dieß von der allgemeinen hier nothwendig werdenden Anſicht wohl zu unterſcheiden.

*** Der Mond, um das nächſte der in jenem Art. S. 705 für unſeren Satz angewendeten Beiſpiele, hier nochmals zu benützen, beſchreibt ſeine Bahn um einen, ihm und ſeinem Centralkörper, der Erde,

In dieſer Art iſt denn nun auch ganz beſonders die im Art. Gravitation S. 704. mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, gemachte Anführung: „die Maſſe der Sonne übertreffe (überwiege) die Maſſen aller Planeten unſeres Syſtems zuſammengenommen, doch noch 800 Mal“ * — zu verſtehen: „die Sonne liegt in der einen Schale der Himmelswage, deren andere Schale (vergl. d. Anmerk.) die ſämmtlichen übrigen Geſtirnmaſſen des Syſtems erfüllen, oder, noch bezeichnender, die Sonnenmaſſe nimmt (ſ. wieder Gravitation, S. 705.) den einen Endpunct des Himmels-Hebels ein, an deſſen anderm (längeren) Arme die übrigen Syſtemsmaſſen ziehen“. — Dieß wird, unter unſerm Geſichtspuncte, über den Begriff von „Maſſe“ genügen; und ich gehe in weitere unmittelbare Betrachtungen darüber demnach nicht ein.

Wohl aber ſteht in der engſten Verbindung damit die Erklärung der Dichtigkeit; und da ich dieſen Gegenſtand in einem eigenen Artikel nicht behandelt

gemeinſchaftlichen Schwerpunct, welcher vom Mittelpuncte der letzteren 589-, und vom Mondmittelpuncte dagegen (mittlere Mondentfernung von der Erde = 51829 Meilen; 51829 — 589 aber =) 51240 Meilen abſteht: die ſtrengere Reduction der beobachteten Orte des Mondes zeigt in der That, daß ſich die Bewegung dieſes Geſtirns nicht eigentlich auf den Erdmittelpunct, ſondern, genau genommen, vielmehr auf den ſo gelegenen Schwerpunct bezieht; und dieſe reſpective Entfernungsbeſtimmung des letzteren Punctes von den beiden Mittelpuncten iſt demnach ein Reſultat der Beobachtung ſelbſt. Zugleich lehrt l. c. S. 712. die Vergleichung anderweiter Gravitationswirkungen, daß der Erdkörper 87 Mal ſoviel „Maſſe“, d. h. alſo „Gewicht“, als der (Erd-) Mond hat (87 Mal ſchwerer als ſein Mond iſt). Die beiden Maſſen: des Mondes = 1, der Erde = 87, ſtellen ſich ſolchergeſtalt in Bezug auf jenen „Schwerpunct“, welcher, unter dieſer Vorausſetzung, das Hypomochlium abgibt, als „Gewichte“ dar, von denen das erſtere, in der angegebenen Entfernung der 51240-, das letztere in der Entfernung der 589 Meilen vom ſelbigen „Hypomochlium“, die entgegengeſetzten Endpuncte eines zugehörigen Hebels einnehmen; und man müßte, der Hebel-Theorie gemäß,

$$51240 : 589 = 87 : 1$$

haben. — Dieß iſt aber, wie meine Leſer ſehen, wirklich überaus genau der Fall; und die Wirkungs-Identität von „Maſſe“ und „Gewicht“, in Rückſicht, auf welche ich dieſes Beiſpiel eben nochmals beſonders hervorgehoben habe, findet ſich dadurch alſo recht augenſcheinlich beſtätiget.

* Die Leſer ſollen dieſe Anführung nicht länger bloß auf Treu und Glauben hinnehmen. Sie finden in Ihrem Biot (des Franzöſ. Aſtronomen „Astronomie physique“. 2te Aufl. Paris. 1811. 3 B. gr. 8. II. 219), für die Sonnenmaſſe = 1, berechnet †:

die Maſſe des Mercur	= $^1/_{2025810}$,	= $^{1000000}/_{2025810}$,	=	(hinreichend nahe)	$^1/_2$,
der Venus	= $^1/_{356632}$,	= $^{1000000}/_{356632}$,	=	. . . .	$3\,^1/_3$,
der Erde	= $^1/_{337086}$,	= $^{1000000}/_{337086}$,	=	. . . .	$3\,^1/_3$,
des Mars	= $^1/_{2546320}$,	= $^{1000000}/_{2546320}$,	=	. . . . .	$^1/_2$,
des Jupiter	= $^1/_{1067}$,	= $^{1000000}/_{1067}$,	=	. . .	1000,
des Saturn	= $^1/_{3534}$,	= $^{1000000}/_{3534}$,	=	. . .	$333\,^1/_3$,
des Uranus	= $^1/_{19504}$,	= $^{1000000}/_{19504}$	=	. . .	50.
				Summe	1391.

Drücken wir jetzt, Behufs leichterer Reduction, die Sonnenmaſſe, ſtatt, wie erſt, durch 1, durch 1000000 aus, ſo kommt nunmehr oben:

Man

† Encke's neueſte Berechnungen geben dieſe Maſſen etwas anders, jedoch ohne daß dadurch das obige Verhältniß bedeutend afficirt würde. Ich komme in dem, jeden einzelnen Planeten beſonders behandelnden Artikel darauf zurück.

habe, ſo muß ich um ſo mehr hier darauf eingehen.

Denken wir uns alſo, um die Sache in aller Beziehung ſogleich durch ein Beiſpiel recht augenſcheinlich aufzuklären, zwei (etwann alſobald Planeten-) Kugeln zuerſt von vollkommen gleicher Größe (gleichem Durchmeſſer); ſo ſind beide von gleichem räumlichen Inhalte: ſie haben beide gleiches „Volumen“, wie ich die Definition deßwegen ſchon in einer Anmerk. an die Spitze des gegenwärtigen Vortrages geſtellt habe. Nun ſoll aber die eine dieſer Kugeln, jenes gleichen Volumens ohnerachtet, doch nur z. B. halb ſoviel als die andere wiegen, ſo enthält ſie offenbar auch nur halb ſoviel „Maſſe“, und iſt demgemäß nur halb ſo „dicht“; auf dieſe Art erhellt der Begriff von Dichtigkeit, in Verbindung mit den Begriffen von Volumen und Maſſe, aus denen er folgt, am ſchnellſten: man gibt gleich zu, daß ein Körper in dem Verhältniſſe weniger „dicht“ (lockerer*) iſt, als ſich ſeine „Maſſe“ (eigentliche Materie) durch einen größeren Raum verbreitet (zu einem größeren „Volumen“ ausgedehnt) findet. Jetzt ſey ſodann die eine dieſer Kugeln dagegen 2 Mal ſo groß als die andere, ſie ſey von 2fachem Volumen, aber dabei doch auch wieder nur von demſelben Gewichte, von derſelben Maſſe; ſo iſt auch ihre „Dichtigkeit“ offenbar ebenfalls nur halb ſo groß als die Dichtigkeit der gleich ſchweren andern Kugel, und findet ſich alſo, indem man die Maſſe M der Kugel durch dieſes ihr Volumen V dividirt $= \frac{M}{V}$, woraus der allgemeine Satz: „die Dichtigkeiten der Körper verhalten ſich wie die Quotienten ihrer Gewichte (Maſſen) durch ihre Volumina“ folgt, von welchem Satze wir nur ſo eben erſt, im kurz vorher gehenden Artikel Mars, Anwendung zur Beſtimmung der „Dichtigkeit“ dieſes Planeten gemacht haben.

Dieſe Nachweiſung des Bezuges zwiſchen „Dichtigkeit“ und „Gewicht“ (Maſſe) ſoll uns nun aber zugleich zu einer Aufklärung über die Möglichkeit verhelfen, das wirkliche Gewicht der ganzen Erdkugel anzugeben, welches ich oben, mit der Bevorwortung, hier darauf zurückzukommen, zu 90000 Trillionen Centner (den Centner = 100 Pfunden) angeſchlagen habe.

Im Art. Gravitation (S. 715. flgd.) iſt nämlich aus der Vergleichung der Kraft der Anziehungen, welche einerſeits die ganze Erdkugel und anderſeits ein (l. c. näher bezeichneter) Granitfelſen (durch Ablenkung) auf das Bleiloth ausüben, gefolgert worden, daß die mittlere* (durchſchnittliche) Dichte

Man hat aber in der That ziemlich genau 1391 : 1000000 = 1 : 800, wie wir darthun wollten; — und dieſes, alſo rechnend eruirte, ungeheure Maſſen-Uebergewicht der Sonne läßt zugleich mit großer Wahrſcheinlichkeit auf das Vorhandenſeyn noch anderer (bis jetzt unentdeckter) ſehr bedeutender (planetariſcher, kometariſcher) Geſtirn-Gegenmaſſen (Gegengewichte) in unſerm Syſteme ſchließen. „On voit“ ſetzt Biot außerdem hinzu, „on voit en même tems, combien toutes ces masses sont petites comparativement à celle du soleil. La terre qui nous parait si vaste, n'est qu'un grain de poussière par rapport à ce grand corps, qui, lui-même, cependant n'est qu'un point dans l'immensité des cieux. — Erhabene Wiſſenſchaft, welche uns dieſen Maßſtab in die Hände gibt!

* Ich brauche dieſen Ausdruck „locker“ abſichtlich: Encke (der Berliner Aſtronom) hat (vergl. Erde, S. 370.) dargethan, daß die vier kleinen Planeten Mercur, Venus, Erde und Mars von gleicher (mittleren) „Dichte“, die großen Planeten Jupiter, Saturn und Uranus aber von viel „lockererem“ Stoffe ſind. Vermuthet hatte ich dieß ſchon in meinen „Aſtronomiſchen Skizzen“ (Kempten. 1837. gr. 8.), welche ich ja zu vergleichen bitte.

* Die „Dichte“ der Erdkugel (vergl. Erde, S. 370.) iſt natürlich in den verſchiedenen, dieſe Kugel bildenden, concentriſchen Schichten auch ſehr verſchieden; hier wird eine durchſchnittliche-, eine ſolche „gleichförmige“

des Erdkörpers die doppelte des Granits ſey, welches alſo, unſern Erklärungen zufolge, ſagen will, daß man, um die Erdkugel aufzuwägen, zwei ihr an Volumen gleiche Granitkugeln, d. h. von einem, dem ihrigen gleichen Durchmeſſer, anwenden müſſe. Nun kennt man dieſen Durchmeſſer in Fußen, und damit den körperlichen Inhalt (das „Volumen") dieſer Kugel in Cubic-Fußen, gleichwie das Gewicht eines Cubic-Fußes Granit (in Pfunden, Lothen); und wenn man alſo letzteres Gewicht mit jener Zahl von Cubic-Fußen multiplicirt, und das Product verdoppelt, ſo ergibt ſich das Gewicht der Erdkugel in Pfunden (Centnern), wie es meine Leſer zu wiſſen verlangen, und, nach dieſer Anleitung nun leicht ſelbſt berechnen und mit meiner obigen Angabe der 90000 Trillionen Centner (zu 100 Pfunden) dafür vergleichen können *. — „Tantum", wie ich mich in Beziehung auf unſere aſtronomiſchen Schlußreihen ſchon öfter ausgedrückt habe, „tantum series junctura-que pollet"!

Dieſe Betrachtnngen über das Allgemeine des Begriffes der „Maſſe" (in der Verbindung mit Dichte und Volumen) werden hinreichen; genauere Einzelbeſtimmungen der Maſſen der Weltkörper finden ſich in den betreffenden ſpeciellen Artikeln, außer welchen der ſchon citirte Vortrag über Gravitation und die ſpäter folgende Abhandlung über Perturbationen das hier Beigebrachte auch in anderen ſpeciellen Beziehungen noch dergeſtalt ergänzen, daß ich Nichts weiter hinzuzuſetzen habe, und damit ſchließen kann.

Materie, materieller-, körperlicher Stoff; Materia corporum; *Matière,* Matière des corps. Dasjenige, woraus die Körper, alſo namentlich auch die Weltkörper, beſtehen, oder was dieſelben undurchdringlich macht. Mit dem Begriffe des Körperlichen iſt allezeit auch der Begriff der Ausdehnung verbunden; derſelbe erſchöpft aber nicht das ganze Weſen von „Körper": die Vorſtellung des Ausgedehnten bleibt vielmehr noch in der Einbildungskraft zurück, wenn wir uns auch den Körper aus ſeinem Raume herausgenommen denken. Alſo gehört jenem „Weſen des Körpers", außer der Ausdehnung, noch Etwas, welches den Raum erfüllt, oder verurſacht, daß in eben dem Raume, außer dem betreffenden Körper, nicht zugleich noch etwas Anderes ſeyn könne; und dieſes „Etwas" nennen wir nun eben „Materie".

Bei dieſer bloßen Definition von „Materie" (der Weltkörper) bleibe ich hier aber auch ſtehen, ohne mich in diejenigen weiteren metaphyſiſchen Erörterungen einzulaſſen, welche die Naturlehre darüber beibringt. Unter unſerm bloß aſtronomiſchen Geſichtspuncte wird ſich der Gegenſtand vielmehr in einem beſondern Artikel Weltenſchöpfungsſtoff behandelt finden, auf welchen ich die Leſer alſo, gleichwie Dieß ſchon bei betreffenden früheren Veranlaſſungen geſchehen iſt, lediglich verweiſe.

Dichte verſtanden, als wenn (vergl. d. A.) die ganze Erdmaſſe (die ganze Miſchung ihrer mehrfachen Materien) auch gleichförmig durch das ganze Kugel-Volumen des Erdkörpers vertheilt wäre.

* Um Ihnen die Bemühung jedoch zu erleichtern, ſetze ich wenigſtens die Data dieſer Berechnung hierher. Die Erdkugel enthält (vergl. Erde, S. 362.) 2650 Millionen Cubic-Meilen; die Länge der Meile aber wird (l. c.) in runder Zahl zu 22800 Pariſer Fuß angenommen, woraus der Cubic-Inhalt Einer ſolchen Meile $= 22800^3$ Cubic-Fuß folgt. Letztere Zahl (22800^3) iſt demgemäß mit den obigen 2650 Millionen zu multipliciren, um den Inhalt der Erdkugel in Cubic-Fußen zu heben, welches Product wir P nennen wollen. Das Gewicht eines Cubic-Fußes Granit finde ich ferner = 170 Pfund; und man ſoll, der obigen Behauptung gemäß, alſo $\frac{P.2.170}{100} = 90000$ Trillionen Centner haben. — Mir ſtimmt das Facit ziemlich, wenigſtens ſoweit es das praeter propter der gemachten numeriſchen Annahmen geſtattet, wobei ich mich auch um ſo mehr beruhige, als mir beſonders nur der Nachweis der Ausführbarkeit der Berechnung am Herzen lag.

Mathematik, Größenlehre; Mathesis, Mathemata; *Les Mathématiques.* Ich habe den aſtronomiſchen Hülfswiſſenſchaften: der Chronologie, Dioptrik u. ſ. w. u. ſ. w. in unſerm Werke eigene Artikel einräumen müſſen; die „Mathematik" ſteht zur Aſtronomie in einem noch viel engeren Bezuge: ſie iſt die Trägerin derſelben; ohne Mathematik iſt eine eigentliche, d. h. eine ſolche Aſtronomie, welche nicht bei dem bloßen Beobachtungsreſultate ſtehen bleiben, ſondern Folgerungen daraus ziehen will. gar nicht möglich; — und ich bin daher gezwungen, auch die Wiſſenſchaft der Mathematik in dieſen ihren Beziehungen wenigſtens ſo nahe zu charakteriſiren, als der Plan und Umfang meines Werkes Dieß geſtatten. Ohne Mathematik, wie geſagt, keine Aſtronomie*! — und ich darf dennoch den Vorwurf des Pedantismus nicht fürchten, wenn ich über den Tempel der Urania, welchen ich unſerer Muſe im gegenwärtigen Werke ſo gern errichte, die Aufforderung jenes Griechiſchen Weltweiſen** ſetze:

„Udeis agrometrätos eiſito"!

Die „Mathematik" alſo iſt die Wiſſenſchaft der Größen: der Griechiſche Name (μάθησις) bedeutet ſoviel, als Wiſſenſchaft oder Unterricht (Disciplina, Institutio) *per excellentiam;* und man hat ihn der „Lehre von den Größen" auch vorzugsweis beigelegt, entweder weil dieſe Lehre, wegen der Gewißheit und Klarheit ihrer Sätze, beſonders Anſpruch auf den Rang der „Wiſſenſchaft" machen kann, oder auch, weil mehrere philoſophiſche Schulen Griechenlands, unter der nämlichen Vorausſetzung, zugleich den Anfang alles Unterrichts mit „mathematiſchen" Sätzen machten.

Von den beiden ſpeciellen Disciplinen: die reine (Mathesis pura, abstracta; *Les Mathématiques pures*) und die angewandte (Mathesis mixta, applicata; *Les Mathématiques appliquées*), in die, wie ich für bekannt vorausſetzen muß, die „Mathematik" zerfällt, bezieht ſich unmittelbar dieſe letztere auf die Aſtronomie, als einen ihrer Haupttheile, und für welchen ſie den ausgedehnteſten Gebrauch jener Anwendungen der Theorien der erſteren macht. Eigentlich zwar hat die „angewandte Mathematik" keine anderen Grenzen, als die Welt ſelbſt, und kann demnach ſoviel beſondere Wiſſenſchaften enthalten, als es Gegenſtände gibt, bei denen ſich Größen durch Schlüſſe, oder, wie ich oben von unſerer Wiſſenſchaft ſage, durch „Folgerungen aus Beobachtungen", beſtimmen laſſen. Indeß beſchränkt man ſich in dieſer Rückſicht doch großentheils auf drei ſolche Gegenſtände: das Licht (Kategorie der optiſchen), die Kräfte und Bewegungen der Körper (Kategorie der mechaniſchen), und eben vorzüglich die Geſtirne (Kategorie unſerer aſtronomiſchen Lehren), und weist, wegen des unmittelbareren Zuſammenhanges der Aſtronomie mit der Mechanik, jener erſteren ihre Stelle ſolchergeſtalt auch unmittelbar nach dieſer letzteren an. Ein Theil der großen Wiſſenſchaft der Aſtronomie iſt zwar, als angedeutetes bloßes Beobachtungs-Reſultat, mehr nur hiſtoriſch-phyſiſch, indem derſelbe lediglich die Beſchreibung deſſen, was am Himmel wahrgenommen werden kann, alſo die Aſtrognoſie (vergl. d. A.), die planetariſche Topographie (ſ. Planeten), und etwann die Phyſik der Kometen (ſ. Kometen) enthält; der andere und ſchwerere, allen Scharfſinn unſeres Geiſtes in Anſpruch nehmende Theil der Aſtronomie

* Um einem Mißverſtändniſſe vorzubeugen, mache ich deßhalb auch wiederholt darauf aufmerkſam, daß ich mir, ſchon auf dem Titelblatte meines Werkes, den Beiſtand der Mathematik wenigſtens für diejenigen Artikel, welche deſſelben unerläßlich bedürften, ſchlechterdings habe vorbehalten müſſen, und daß nur der „Ausſchluß aller irgend entbehrlichen analytiſchen Formelſprache" hat zugeſichert werden können. — Ich wünſche auch in dieſem Bezuge vor meinen Leſern ſo conſequent als nur möglich zu erſcheinen, und gebe Ihrem Urtheile die Entſcheidung anheim, ob „mathematiſcher" Luxus nicht wirklich nach allen Kräften vermieden worden iſt.

** Bekanntlich die Aufſchrift über den Eingang zu Plato's Hörſal.

aber: die *Unterſuchung der Bewegung der Weltkörper* und des *Geſetzes* der dabei wirkſam werdenden Grundkraft, iſt dagegen durchaus auf die „*Mathematik*“ angewieſen. Von den *ſcheinbaren* Bewegungen (*ſphäriſche* Aſtronomie) geht man dabei zur (vergl. d. Art. *Aſtronomie*, S. 58.) Entwicklung der *wahren* Bewegungen (*theoriſche* Aſtronomie), welche zuerſt auch noch bloß auf die Wahrnehmung ſammt der daraus folgenden ferneren „mathematiſchen Berechnung“ begründet und nur durch genaue Uebereinſtimmung mit den Beobachtungen als richtig erkannt wird, bis endlich die *phyſiſche Aſtronomie* die Erklärung der Himmelsbewegungen als ein großes Problem jener allgemeineren Theorie der Mechanik darſtellen lehrt, zu deſſen Auflöſung ſie nur ſo viele Beobachtungsdata verlangt, als eben Behufes der Anwendung der gedachten Theorie auf *jeden beſtimmten* Fall erforderlich ſind. Dieſe „*mathematiſch*-aſtronomiſche“ Disciplin, welche meine Leſer näher beſonders aus dem Artikel *Himmelsmechanik* und dem damit innig verwandten Vortrage über die *Gravitation*, als jene dabei wirkſam werdende Grundkraft, kennen gelernt haben, iſt gewiß der erhabenſte aber auch der ſchwerſte Theil aller menſchlichen Kenntniſſe; und Nichts beweist die eigenthümliche, von der Erfahrung (dem ſinnlichen Scheine, wie ſehr er dem Menſchen auch imponire) ganz unabhängige Kraft unſeres Geiſtes mehr, als gerade dieß, in den genannten Artikeln nach allen ſeinen glänzenden Erfolgen geſchilderte Gelingen des menſchlichen Beſtrebens, aus den allgemeinſten Prämiſſen, den Weltkörpern nicht nur ihre Bahnen im Ganzen vorzuſchreiben, ſondern auch die ſpeciellſten, dabei eintretenden Nebenwirkungen (vergl. ferner *Perturbationen*) in Rechnung bringen zu können. Hier erblicken wir die „*Mathematik*“ auf dem höchſten Gipfel *aſtronomiſcher Anwendung*; und ihre *theoretiſche* Ausbildung kann, in dieſem Bezuge, vielleicht kaum noch weiter getrieben werden. — Aber auch in *praktiſcher* Hinſicht ſodann ſteht die „Mathematik“ der *Aſtronomie* hülfreich zur Seite, indem ihre Rechnungen und Formeln bei der Anweiſung zur vortheilhafteſten Conſtruction der aſtronomiſchen Inſtrumente (namentlich der *Fernröhre*, in welchem Artikel dieſe Anwendung ausführlich gezeigt wird), bei der Combination der Beobachtungen (ſ. *Bedingungsgleichungen* und *Methode der kleinſten Quadrate*), bei der Zuſammſtellung der aſtronomiſchen *Tafeln* (vergl. d. A.) u. ſ. w. u. ſ. w. dankbar benützt werden. Endlich aber findet ſich nicht weniger die „mathematiſche“ *Geographie* (vergl. d. A.), wenn ich ſo ſagen darf, die *ſpecielle Aſtronomie des Planeten Erde*, wiewohl man ſie meiſtens als beſondere Disciplin behandelt, zur Geſammtheit der Aſtronomie, in dem Verhältniſſe eines Abſchnittes zum Ganzen; und der enge Bezug zwiſchen Mathematik und Aſtronomie zeigt ſich alſo ſchließlich auch hier.

Die *Geſchichte der Mathematik* hiernächſt anlangend, ſo iſt dieſe Wiſſenſchaft gewiß ſo alt als die Welt, welche ihre Betrachtungen und Anwendungen, wie ich oben ſage, „bis zu den äußerſten Grenzen“ beherrſchen; und ich kann in die Unermeßlichkeit eines ſo viele Jahrtauſende umfaſſenden hiſtoriſchen Details nicht eingehen, und muß die Leſer vielmehr zunächſt an das Hauptwerk darüber *Montücla* (Joſeph de, des franzöſiſchen, 1799 zu Paris verſtorbenen Akademikers): „Histoire des mathématiques“. 2. Aufl. Paris. 1799. 4. B. gr. 4., oder, wofern nur eine *kürzere* Ueberſicht verlangt wird, an unſern *Poppe* (Profeſſor zu Tübingen): „Geſchichte der Mathematik“. Tübingen. 1828. gr. 8. verweiſen.

Eben ſo wirklich ganz unermeßlich iſt der Umfang der „mathematiſchen“ *Literatur*, wie man ſchon aus der, wenigſtens doch bis in die erſten Decennien des laufenden Jahrhunderts reichenden „Auserleſene mathematiſche Bibliothek, oder alphabetiſches und wiſſenſchaftliches Verzeichniß (bloß) der beſten, alten und neuen, bis zum Jahre 1820 herausgekommenen Schriften“. Von *Müller*. Nürnberg. 1820. gr. 8. — hinreichend abnehmen kann. *Lehrbücher* der Mathematik bringe ich daher den *Leſern* aus jener großen Anzahl ſolcher Werke

durch meine Empfehlung auch gar nicht erſt beſonders auf: Jedermann wird doch wohl ſchon ſeine eigene Wahl getroffen haben; zu meiner Zeit ward der mathematiſche Unterricht in der Deutſchen Sprache beſonders nach Lorenz: „Grundriß der reinen und angewandten Mathematik". 2. Aufl. Helmſtädt. 1798. gr. 8. (es gibt ſpätere Auflagen), in der Franzöſiſchen aber nach Bézout: „Cours de Mathématiques". 2. Aufl. (man hat auch ſpätere Editionen). Paris. 1802. 5 B. 8. — ertheilt, für welche beiden Werke ich daher natürlich eine gewiſſe Vorliebe behalten habe. Dagegen erwähne ich namentlich nochmals das ſchon oft angeführte „Mathematiſches Wörterbuch" (angefangen) von Klügel (fortgeſetzt und beendet von Mollweide und Grunert). Lpzg. 1808. flgd. Sammt den Supplementen 7 B. gr. 8. — mit welcher Literar-Notiz ich dieſen Artikel „Mathematik" beſchließe.

Mauerquadrant, ſ. **Quadrant**, wo ich die nähere Einrichtung dieſes, vom beweglichen Quadranten, nicht weiter weſentlich, ſondern nur durch ſeine ſolidere Aufſtellung mittelſt der Befeſtigung an einer Mauer, daher der Name, unterſchiedenen Inſtrumentes, in jenem Zuſammenhange, beſſer erklären kann.

Mechanik, Mechanica; *Mécanique*. Dieſen Namen führt, im umfaſſenderen Sinne genommen, die Lehre von der Bewegung, und von denjenigen Kräften, welche als die Urſache dieſer Bewegung angeſehen werden, überhaupt. Die Aſtronomie hat es dabei namentlich nur mit den Bewegungen der Himmelskörper und mit der Gravitation, als der, letztere Bewegungen regulirenden Einen Grundkraft zu thun; und ich habe daher von dieſer unſerer aſtronomiſchen Kategorie der „Himmels"-Bewegungen auch unter dem ſpecielleren Namen der „Himmelsmechanik, gleichwie von der dabei thätigen einzigen Kraft unter jener Aufſchrift Gravitation handeln müſſen, und verweiſe, in Rückſicht auf die hier genannte Wiſſenſchaft der „Mechanik" lediglich auf jene beiden ausführlichen Artikel.

Meer; Mare; *Mer*. Die große Sammlung von Waſſer, welche die Geſammtheit der niedrigen Stellen der Oberfläche (zunächſt) des Planeten Erde (oder, ſodann auch anderer Planeten) bedeckt* und in welche ſich die Ströme ergießen: die bedeutendſten und tiefſten Theile dieſer, wenn ich ſo ſagen darf, „Niederungen" (die tiefſten Thäler der Rinde des Planeten Erde) bilden, rings um die feſten Länder (Continente) her, ein durchaus zuſammenhangendes Baſſin, welches vom Weltmeer, Ocean (auch offne See; Oceanus; *Océan*), eingenommen wird, und deſſen (planetariſcher) Hauptcharakter alſo in jenem durchgängigen Zuſammenhange (von welchem, als einer, mehreren Planeten zuſtehenden Eigenthümlichkeit, gleich weiter die Rede ſeyn wird), ſollte derſelbe hier und da auch nur durch Meerengen (Straßen; Freta; *Détroits*) vermittelt werden, beſteht. Die Einzelbeſchreibung der irdiſchen Meere, ſowohl nach der Namen-Angabe als rückſichtlich der phyſiſchen Beſchaffenheit, gehört in die ſpecielle Geographie; hier habe ich es, von jener Beſchränkung auf den Planeten Erde abgehend, nur mit der analogiſchen Ausdehnung der „Meeres"-Betrachtung auch auf die übrigen Weltkörper unſeres Syſtems zu thun: dieß iſt der von mir zu behauptende aſtronomiſche Standpunct für dieſe Betrachtung.

Nun zeigt aber vorzüglich der Nachbar-Planet Mars** (vergl. den kurz vorher gehenden Artikel, in welchem des

* Faſt $^2/_3$ der Oberfläche der Erdkugel ſind mit Meer bedeckt: wir haben den Inhalt derſelben (vergl. Erde, S. 363.)
= . . . . . 9280000 □ Meilen
gefunden, von welchen auf Land nur 2430000 — —,
und auf Meer dagegen . . . 6850000 — —
kommen. Vergl. d. gleich Folgende.

** Venus und Mercur eignen ſich nicht zu dieſen Beobachtungen: jene, wegen ihres zu blendenden Glanzes; dieſer, wegen ſeiner ſteten, zu großen Nähe bei der Sonne, wodurch ſeine Beobachtung überhaupt erſchwert wird.

ſo höchſt merkwürdigen Umſtandes auch ſchon Erwähnung geſchehen iſt) in dieſem Bezuge die auffallendſte Aehnlichkeit mit dem Planeten Erde. **Mädler** (unſer wackrer Dorpater Aſtronom, in ſeinen: „Phyſiſche Betrachtungen des **Mars** bei ſeiner Oppoſition im Sptbr. 1830.“, welche mir auszüglich vorliegen) hebt ganz beſonders hervor, daß „die Lichtreflectirenden Theile („Meere“) der Marsoberfläche nicht nur (vergl. d. Anmerk., wie bei uns) **größer** ſind, ſondern, **ganz gleich den Oceanen der Erde, eben auch überall in einer ununterbrochenen Verbindung ſtehen**“. — Bei den, im citirten Artikel auch ſchon ausgezeichneten, übrigen vielen phyſiſchen Aehnlichkeiten des Mars mit der Erde, hatte dieſer Umſtand des **Vorhandenſeyns** von „**Mars-Meeren**“, wie geſagt ſchon die **Analogie** für ſich; die Beſtätigung vermittelſt jener **Beobachtungen** iſt aber noch von viel größerer Bedeutung, indem dadurch zugleich die Ueberzeugung vom **Ausdehnungs-** und **Verbindungs**-Verhältniſſe der Mars-Oceane, nach Art der irdiſchen gewährt wird: mit Rückſicht auf die unendliche Wichtigkeit, welche ich ſolchen Nachweiſungen für die planetariſche Topographie beilege, und auf das Intereſſe, welches ich dafür auch bei den Leſern erregt zu haben hoffe, betrachte ich dieſe Bemerkung über die „**Meere**“ **des Mars** als ſehr erheblich, und empfehle dieſelbe meinen Leſern.

Die dießfallſigen planetariſchen Analogien ſind aber mit dieſem Einen Beiſpiele noch nicht erſchöpft: meine Leſer kennen vielmehr, aus dem betreffenden Artikel, die Gründe des Vorganges von **Ebbe und Fluth** in den **irdiſchen** Oceanen; und derſelbe Beobachter **Mädler** weist einen ähnlichen ſolchen Vorgang auch in den „Meeren“ des **Saturn*** nach. „Wir wiſſen“, bemerkt Er („Beiträge zur phyſiſchen Kenntniß der himmliſchen Körper im Sonnenſyſtem“. Weimar. 1841. gr. 4. m. Kpfrn. S. 88.) mit derjenigen beſcheidenen Einſchränkung, welche auch ich ſchon in der vorangehenden Note empfehle, „wir wiſſen zwar allerdings nichts Poſitives über die eigentliche Natur der Stoffe, welche die Oberflächen der anderen Weltkörper bilden, und es würde ſogar widerſprechend* ſeyn, aprioriſch eine zu große allgemeine Aehnlichkeit derſelben für die verſchiedenen planetariſchen Kugeln unſeres Syſtems anzunehmen, und darauf uneingeſchränkt Schlüſſe fortzubauen; allein zur Erklärung des Phänomens, von welchem ich hier ſprechen will, bedarf es auch einer ſolchen, wenigſtens problematiſchen, großen Aehnlichkeit gar nicht. Es bleibe gänzlich dahin geſtellt, ob die Flüſſigkeit, von welcher wir annehmen, daß ſie Flächen des **Saturn** (vergl. d. beſondern Art.) bedeckt, und alſo **Saturn**-„Meere“ ausmacht, nun auch gerade ein **ſolches Waſſer** ſey, wie wir es in den **irdiſchen** Meeren beſitzen; genug, wenn dieſe Flüſſigkeit nur einen **verwandten** Charakter hat, ſo

* Man wird dieſen von mir uneingeſchränkt gebrauchten Ausdruck, in ſeiner Bedeutung, freilich vielleicht etwas modificiren müſſen: wenn ich von den „Meeren“ des **Mars**, des **Saturn**, ganz im Sinne der **irdiſchen** ſpreche, ſo kann und will ich damit immer noch nicht ſagen, daß auch die betreffende Flüſſigkeit eben **genau** dem **irdiſchen** „Meereswaſſer“ gleiche: es **könnte** eine davon **etwas verſchiedene** ſolche Flüſſigkeit, es könnte **Mars**-, es könnte (vergl. oben) **Saturns**-„Meereswaſſer“ ſeyn, aber ohne **darum** aufzuhören, diejenigen **übrigen** ähnlichen Erſcheinungen zu zeigen, welche ich im Texte ſchildere, und auf welche es hierbei lediglich ankömmt. — Dieſe Bemerkung zur Beruhigung **aſtronomiſcher Rigoriſten**!

* In der That „widerſprechend“. Da die „Dichte“ (vergl. d. vorangehenden Art. **Maſſe**) des **Saturn** geringer als die Dichte der Erde iſt, ſo **muß** auch dem „**Waſſer**“ **dieſes Planeten** eine geringere **ſpecifiſche Schwere** als dem **irdiſchen Waſſer** beigelegt werden. **Mars** dagegen, deſſen Dichte (l. c.) ſich von der Dichte des Planeten Erde wenig unterſcheidet, mag auch ein weniger verſchiedenes Waſſer beſitzen. — Gegen dieſe Schlüſſe wird auch der ſtrengſte aſtronomiſche Rigorismus Nichts einzuwenden haben.

muß ſie den Bewegungsgeſetzen in ähnlicher Weiſe als das Waſſer unſerer Oceane unterworfen ſeyn, und alſo durch die Anziehungswirkung des Saturnringes, gleich den irdiſchen Meeren durch den Mond, auch eben ſo zu Fluth (und Ebbe) ſollicitirt werden; und es wird dabei bloß der Unterſchied eintreten, daß die, von jenem Ringe aus größerer Nähe * bewirkten Saturn-Fluthen eine Höhe von vielleicht ſo vielen Meilen, als unſere Fluthen von Fußen erreichen, und in den Gegenden, denen der Ring im Zenith ſteht, einen conſtanten Charakter haben". Ganz Dieß beſtätigen aber die Beobachtungen: die oben angedeutete Erſcheinung beſteht in einem vollkommen conſtanten grauen Streifen, in der Ebene des Saturn-Aequators, und alſo (vergl. d. Anmerk.) gerade unter dem Ringe; dieſer Streifen kann aber, nach Mädler's ſorgfältigſter Erwägung der Umſtände, ſchlechterdings auf keine ungezwungenere Art, als eben durch eine ſolche, vermittelſt der Ring-Anziehung bewirkte, gleich „conſtante", ſehr „hohe" Fluth erklärt werden, womit alſo das Vorkommen von Fluthen und demnach das Vorhandenſeyn von „Meeren" auch auf dem Saturn außer Zweifel geſetzt wird**.

Für Jupiters „Meere" endlich (in die ungeheure Entfernung des Uranus reichen natürlich Beobachtungen dieſer Art nicht mehr) läßt ſich ein gleich beſtimmtes Indicium freilich nicht angeben, und ich habe ſolcher Meere in dem, dieſen Planeten betreffenden beſondern Artikel daher auch nicht erwähnen mögen; indeß führt Gruithuiſen (unſer phantaſiereicher Münchener Aſtronom), in ſeiner für die Conjectural-Aſtronomie unſchätzbaren „Naturgeſchichte des geſtirnten Himmels" (München. 1836. gr. 8.) eine Menge von Vermuthungen darüber an. Man darf demgemäß das Vorhandenſeyn von „Meeren" auf den ſämmtlichen übrigen Planeten unſeres Syſtems mit der höchſten Wahrſcheinlichkeit annehmen; auf dieſe Nachweiſung über Meere kam es mir aber, wie geſagt, unter unſerm aſtronomiſchen Geſichtspuncte, eben nur an, und ich ſchließe daher den Artikel hiermit *.

Meereslänge, ſ. Länge zur See.

Meile; Milliare; *Mille*. Das bekannte Längenmaß, deſſen man ſich (mit ſeinen Unter-Abtheilungen nach Toiſen und Fußen) zunächſt für die Geographie („Aſtronomie des Planeten Erde"), hiernächſt aber, in weiterer Anwendung, auch für die (ganze) Aſtronomie, zur Beſtimmung der Entfernungen bedient, und welches ich daher ſchon im allgemeinen Artikel Maß betrachtet habe, ſeiner großen Wichtigkeit wegen, hier aber noch etwas ausführlicher behan-

* Ich anticipire aus dem citirten Artikel die, zur Verſtändlichkeit, hier nothwendige Bemerkung, daß der, den Saturn frei umſchwebende Ring in der (erweiterten) Ebene des Saturn-Aequators liegt, und daß ſeine innere Kante von der Oberfläche des Planeten nur etwann 6000 unſerer Meilen abſteht (wogegen der, unſere Fluthen bewirkende Erdmond erſt aus der achtfachen Entfernung [etwann 50000 Meilen] wirkt).

** Der Artikel Saturn wird mich noch ausführlicher hierauf zurückleiten; indeß genügt meinen Leſern vielleicht ohnedieß ſchon die allgemeine Anſicht von planetariſcher Analogie, um das Vorhandenſeyn von waſſerähnlichen Flüſſigkeiten und alſo von „Meeren" und Fluthen, auch auf dem Saturn zuzugeben.

* Leſer, welche eben Ihre Mondcharte verglichen, könnten mir noch bemerken, daß Sie auf derſelben ſehr viele Stellen mit „Mare" (z. B. „Mare Crisium", ſelbſt „Mare Mediterraneum" u. ſ. w. u. ſ. w.) bezeichnet finden. Man hat mit dieſem Namen gewiſſe Mondflecke belegt, „weil ſie", wie ſich ſchon Hevel, der fleißige, 1687 verſtorbene Danzig'er Aſtronom und beſonders Mondbeobachter, darüber ausdrückt, „mit Nichts beſſer verglichen werden können". Allein bei der unbezweifelbaren außerordentlichen Feinheit der Luft des Mondes, ſind große (Mond-) Waſſer-Anſammlungen, „Meere" auf dieſem Geſtirn nicht wohl anzunehmen; und wir werden vielmehr im Artikel Mond ſelbſt näher ſehen, daß die ſogenannten „Mondmeere" in nichts weiter als in großen, gegen ihre hellere Umgebung vertieften Mond-Ebenen beſtehen.

deln muß. Sogleich iſt zu bemerken, daß der Begriff der „Meile“, ohne weiteren Zuſatz, unbeſtimmt bleibt, indem die Meile ziemlich in allen Ländern einen andern Werth hat, und z. B. eine Engliſche, eine Italiäniſche, eine Spaniſche u. ſ. w. Meile, bekanntlich, an Länge überaus verſchieden ſind; hier handelt es ſich nur um die ſogenannte Deutſche* oder geographiſche Meile, deren (vergl. Maß) 15 auf 1 Grad, Eine auf 4 Minuten des Aequators des Erdkörpers gehen. Aber auch ſelbſt hinſichtlich dieſer letzteren Meile muß ferner wieder berückſichtiget werden, ob bei Beſtimmung ihrer Länge jener Erdkörper als eine vollkommne Kugel, oder aber als ein an den Polen abgeplattetes Sphäroid betrachtet wird. Unter letzterer, als der genaueren Vorausſetzung, findet ſich die (geographiſche) „Meile“ (vergl. Erde, S. 362.) = 3807,09 Toiſen, alſo, die Toiſe = 6 Pariſer Fuß = 22842,5 ſolche Pariſer-, oder (Pariſ. F.: Rheinl. = 14400 : 13918) = 23642,1 Rheinländiſche Fuß; wird dagegen, jener erſteren Hypotheſe gemäß, für den Erdkörper die Geſtalt einer vollkommnen (das Sphäroid demnach einſchließenden und alſo etwas größeren) Kugel angenommen, ſo ergibt ſich die entſprechende ſodann auch etwas größere) geographiſche Meile (l. c.) = 3811 Toiſen, alſo in Fußen 22869 Pariſer-, oder 23661 Rheinländiſche Fuß. Noch eine andere Berechnung legt der geographiſchen Meile die Länge von 3816,5 Toiſen bei; und ich erinnre meine Leſer, zur Erklärung dieſer Verſchiedenheit, aus dem Art. Gradmeſſungen, beſonders S. 675., an die Methode der Beſtimmung dieſer Größe. Es hat aber dazu nichts anderes als eben die Meſſung ſolcher einzelnen Grade des einen oder des andern Meridians des Erdkörpers benützt werden können: indem man die dieſergeſtalt z. B. in Toiſen gefundene Länge Eines Meridiangrades nachher mit (den) 360 (Graden des Ganz-Kreiſes) multiplicirte, hatte man, unter Vorausſetzung der vollkommnen Kreisgeſtalt, die Dimenſion des ganzen Meridians (in Toiſen), welchem Meridian man, unter der ferneren Vorausſetzung der vollkommnen Kugelgeſtalt der Erde, ſodann den Aequator gleich ſetzen, dieſen in ſeine (bekanntlich) 5400 „Meilen“ theilen, und deren Länge ſonach in Toiſen angeben konnte. Nun habe ich aber im citirten Artikel, und noch ausführlicher im Vortrage über Abplattung, gezeigt, daß die dieſergeſtalt gemeßnen, verſchiedenen Grade von einer etwas ungleichen Länge gefunden worden ſind, indem der Erdkörper (er werde nun als Kugel oder als Sphäroid betrachtet) keine (entſprechende) ganz regelmäßige Krümmung beſitzt; und es iſt alſo ganz offenbar, daß ſich auch für die daraus abgeleitete „Meilen“-Länge ein (etwas) anderes Reſultat hat ergeben müſſen, nachdem man bei der Berechnung die ermittelte Länge dieſes oder jenes Grades, oder aber ein arithmetiſches Mittel aus einigen oder mehreren ſolchen Graden, zu Grunde gelegt hat. Die obigen (kleinen) Verſchiedenheiten zwiſchen den Annahmen für die Länge (von resp. 3807, 3811, 3816 Toiſen) der geographiſchen Meile ſind alſo, wie ich zeigen wollte, die natürliche Folge der unregelmäßigen (weder genau kreislichen noch genau elliptiſchen) Krümmung des Erdkörpers und des daher rührenden, gleich unregelmäßigen Ergebniſſes der „Gradmeſſungen“.

Lediglich aus dergleichen Gradmeſſungen und dem danach beſtimmten ganzen Kreisumfange, von den angegebenen 5400 Meilen, hat man nachher aber auch gleich den Durchmeſſer des (als Kugel angenommenen) Erdkörpers in Meilen, und alſo zu $\left(\frac{5400}{3,141} = \right)$ 1719-*, und den Halbmeſſer zu $\left(\frac{1719}{2} = \right)$ 859½ Meilen berechnen können, wobei der nur ſo bezeichnete Begriff von „Meile“ ſelbſt, nach ſeiner ſchärfſten Größenbeſtimmung, aber freilich noch unbe-

* Weßhalb „Deutſche“ (wogegen ſich die Benennung „geographiſche“ von ſelbſt erklärt)? Die Antwort im Artikel Erde, S. 362.

* Für nachrechnende Leſer: 1719 . 3,141 = 5399,379.

ſtimmt bleibt, und nur ein zwiſchen den angegebenen Grenzen der 3807 und 3816 Toiſen enthaltenes Maß des 5400. Theiles jedes größten Kreiſes der Erdkugel, namentlich des Aequators, ausdrückt.

Wenn meine Leſer alſo die, mit Bezug auf „einen“ Halbmeſſer des Erdkörpers (ohne genauere Angabe, auf welchen) ermittelte, d. h. demnach durch Beobachtung der Horizontal-Parallaxe (vergl. d. A.) gefundene (mittlere) Entfernung z. B. des Mondes von uns, in runder Zahl, zu 60 Erdhalbmeſſer oder 51570 „Meilen“ angegeben finden; ſo heißt dieß eigentlich bloß: der Mond ſteht um 60 ſolche Halbmeſſer (60. 859½ = jenen 51570 Meilen) von der Erde ab, wobei, nur ſo lange letztere als eine vollkommne Kugel und demgemäß jeder Halbmeſſer als gleich groß, angeſehen wird, auch die „Meile“ den obigen 3811 Toiſen gleich gedacht iſt. Auf der ſphäroidiſchen Erde dagegen hat man natürlich den Halbmeſſer, und dem zu Folge auch die Horizontal-Parallaxe, unter jeder Breite verſchieden; und man müßte daher, um genau zu ſeyn, den beſtimmten Halbmeſſer und die entſprechende Länge ſeiner „Meilen“ in Toiſen bezeichnen. Dieſerhalb gibt man denn, zur Vermeidung der hieraus entſpringenden Ungewißheit, die Größe der „Aequatoreal-Horizontal-Parallaxe“, oder die entſprechende mit ſpeciellem Bezug auf den Halbmeſſer des Aequators des Erdſphäroids, für welchen wir die genauere Größe ſeiner „Meile“ vorn = 3807,09 Toiſen gefunden haben, Statt findende Entfernung an, wodurch der Begriff „Meile“ (und die darauf bezogene Entfernung) aufhört, etwas bloß Relatives (nur nahe Richtiges) zu ſeyn, und eine feſte Werthbeſtimmung erhält*. — Bei der Aequatoreal-Parallaxe und den auf ſie bezogenen Entfernungen der Geſtirne (der Mittelpuncte dieſer Geſtirne) von der Erde (ihrem Mittelpuncte) ſind alſo, um es nochmals zu wiederholen, ſolche geographiſche Meilen gemeint, deren der Halbmeſſer des Aequators 859,5 enthält, und deren Länge wir oben, mit Bezug auf die ſphäroidiſche Geſtalt des Erdkörpers,

= 3807,09 Toiſen = 22842,5 Pariſer- = 23642,1 Rheinländ. Fuß

gefunden haben**.

Mit andern als dieſer geographiſchen Meile hat es die Aſtronomie, wie geſagt, nicht zu thun; ich empfehle denjenigen Leſern, welche ſich darüber belehren und den Gegenſtand überhaupt weiter verfolgen wollen, als es in meinem Werke, plangemäß, geſchehen kann, vielmehr ſchließlich Riemann's: „Vollſtändiges Handbuch der Maße“. Quedlinburg. 1830. 8.

* Ob aber ſelbſt dann nicht noch einige Bedenklichkeiten wegen der genaueſten Länge der geographiſchen „Meile“ übrig bleiben ſollten, gebe ich dem eigenen Urtheile mehr oder weniger leicht befriedigter Leſer anheim; mir ſcheinen die Schwierigkeiten dieſer Beſtimmung auf den Grund ſo verwickelter geodätiſcher Operationen wie Gradmeſſungen (vergl. wieder dieſen A. S. 677.) ſind überaus groß.

** Ich muß mich zur präciſeſten Beſtimmung des Begriffes „Meile“ in der Aſtronomie allerdings ſo erklären; bei der jedoch auch nicht haarſcharf anzugebenden Entfernung der Geſtirne, wird der Bezug auf die, aus der Hypotheſe der vollkommnen Kugelgeſtalt des Erdkörpers folgende Länge der „Meile“ von der obigen 23661 Rheinl. Fuß auch keine große Irrung veranlaſſen.

Mercators-Projection, ſ. d. A. **Landcharten,** in welchem ich, gegen den Schluß, die Theorie dieſer Art von Entwerfung („Projection“) der Landcharten mit parallelen Meridianen und wachſenden Breiten, wie ſie der Niederländiſche Mathematiker Mercator (daher der Name) des 16. Jahrhunderts zuerſt angegeben hat, ſorgfältig entwickelt habe.

Mercur; Mercurius; *Mercure.* Der Name desjenigen Haupt-Planeten unſeres Syſtems, welcher der Sonne am nächſten ſteht (deſſen Bahn um dieſe letztere keine andere Planetenbahn einſchließt, ſondern vielmehr von ihnen allen, und namentlich alſo von der Erdbahn, umſchloſſen wird). Das aſtronomiſche Zeichen dieſes Planeten iſt ☿; ſeine Ge-

ſtalt, wie ich vorläufig auch gleich bemerke, nach Art aller übrigen Planeten, nahe kugelförmig:

Merkur zeigt ſich als ein kleiner Stern mit einem weißlichen und, aus jener ſeiner großen Nähe bei der Sonne leicht erklärlichen, blendend hellen Lichte, gegen welches ſelbſt der Glanz des Jupiters, wenn ſich beide Planeten (wie z. B. bei einer Beobachtung am 4ten Juli 1801) zugleich im Felde des Fernrohres befinden, bleich und ſchimmernd erſcheint. Aus demſelben Grunde des ſtets nur geringen Abſtandes dieſes Planeten von der Sonne, von welcher ſeine größte (öſtliche oder weſtliche) Elongation (vergl. d. A.) höchſtens auf 28½ Grad ſteigt*, wird er uns nur in den Dämmerungen, kurz vor Sonnen-Auf- oder kurz nach Sonnen-Untergange, der Sonne mit weſtlicher Elongation (rechts) vorangehend, oder ihr (links) mit öſtlicher Elongation folgend, ſichtbar. Verſinnlichen wir uns, um von dieſer ſeiner ganzen geocentriſchen Erſcheinung eine allgemeine Anſicht zu erhalten, den frei im Raume ſchwebenden Planeten in ſeiner alſo (zunächſt der Venusbahn) von der Erdbahn umſchloßnen Laufbahn um die Sonne, in welcher er ſich daher viel ſchneller als die Erde bewegt (in welcher ſeine Kugel raſch dahin ſchwebt), und denken wir uns ihn alſo mit der Differenz der resp. Geſchwindigkeiten von der Erde wegrückend, ſo, daß letztere demnach dabei unbeweglich bliebe; er ſtehe ferner, um damit anzufangen, jetzt in ſeiner obigen größten weſtlichen Elongation (rechts von der Sonne; gehe der aufgehenden Sonne bei der Tagesbewegung voran, zeige ſich in der Morgendämmerung): ſo ſetzt er nun ſeinen Bahnlauf in der (allgemeinen) Richtung nach Oſten (von der Rechten zur Linken) fort, und tritt (wie man ſich auch ohne Figur, welche ich, indem die Einbildungskraft doch noch beſſer zeichnet, gern vermeide) für uns hinter die Sonne (obere Conjunction), wo ſeine Entfernung von der Erde die größte iſt (wo er um die Summe [21000000 + 8000000* = 29000000 Meilen] des Halbmeſſers ſeiner- und der Erdbahn von uns abſteht), und wo er zugleich mit der Sonne culminirt; — von hier ab gelangt er, beim immer weiteren Fortrücken (nach links) in der Bahn, zur größten öſtlichen Elongation (zum weiteſten Abſtande links von der Sonne, welcher er alſo hier bei der Tagesbewegung folgt, ſo daß er, nach ihrem Untergange, in der Abenddämmerung ſichtbar wird), wonächſt er zwiſchen Sonne und Erde** (in die untere Conjunction) geräth (in welcher er uns am nächſten, von uns nur um die Differenz [21000000—8000000 = 13000000 Meilen] des Halbmeſſers ſeiner- und der Erdbahn entfernt iſt), und abermals zugleich mit der Sonne culminirt; und kehrt dann zur größten weſtlichen Elongation, als dem von uns gewählten Ausgangspuncte, zurück. — Während eines ſolchen (vergl. unten, ſynodiſchen) Umlaufes zeigt er uns dieſelben Phaſen wie der Mond: in der oberen Conjunction die ganze erleuchtete-, in der untern die ganze dunkle Hälfte; als „Abend“- und „Morgen-Stern“, wenn ich ſo ſagen

* Die bedeutende Excentricität (vergl. unten) der Mercursbahn veranlaßt, daß dieſe „größte Elongation“ zwiſchen die weiten Grenzen des obigen Maximums von 28½° und ihres Minimums von nur 18° fällt.

* Vergl. wegen dieſer Angabe gleich nachher die Elemente der Mercursbahn. Aus der hier gefundenen größten Entfernung Mercurs von der Erde = . . 29000000 Meilen,
und der unten nachgewieſenen kleinſten = . 13000000 —,
folgt übrigens die mittlere = . ½ . 42000000 —,
= 21000000 Meilen; ich komme darauf zurück.

** Bei dieſem Durchgange zwiſchen Erde und Sonne, kann uns Mercur, welcher der Erde dann ſeine ganze dunkle Hälfte zukehrt, wenn ſeine „Breite“ (vergl. d. Art.) eben gering genug dazu iſt, als ein ſchwarzes Körperchen (Scheibchen) auf der Sonne erſcheinen, worüber ſich das Weitere eben in „Durchgang“, S. 230. findet.

darf, ein „erſtes" und „letztes Viertel".

Zieht man, bei dieſer Verfolgung des, ſeine Bahn um die Sonne ſolchergeſtalt im Raume beſchreibenden Mercur, in Gedanken, ſtets Geſichtslinien von der Erde zu ihm (wie er alſo als eine frei im Raume hangende Kugel dahin ſchwebt), und verlängert dieſelben ſodann bis nach der Innerfläche der eingebildeten Himmelshohlkugel; ſo findet man gleich, daß dieſe Geſichtslinien den Planeten daſelbſt, in den beiden Elongationen, wo er gerade von der Erde weg, oder gerade auf ſie zugeht, als ſtationair, in der Hälfte der Bahn von der weſtlichen Elongation, durch die obere Conjunction, zur öſtlichen, als rechtläufig, in der anderen Hälfte aber als rückläufig (vergl. dieſe drei A. A.) bezeichnen; — und Dieß wären demnach die Erſcheinungen, welche Mercur bei der jedesmaligen Durchlaufung ſeiner Bahn, dem irdiſchen Beobachter zeigt, und welche wir zuerſt erörtern wollten.

Die Elemente (vergl. d. A.) dieſer Bahn hiernächſt ſind (ich führe die Tafeln, aus denen ich ſie entnommen habe, zu Schluſſe an) folgende:

1) Halbe große Axe (die halbe große Axe der Erdbahn = 1) = 0,3870938 = 8000000 Meilen.

2) Excentricität (die halbe große Axe der Mercursbahn* = 1) = 0.2056175 = 1645000 M., woraus alſo ſeine größte Entfernung von der Sonne = 9645000 M., und ſeine kleinſte (8000000—1645000) = 6355000 M. kömmt.

3) Sideriſche Umlaufszeit (Mercurs-Jahr) = 87,696928 = 87 Tagen 23 St. 15′ 46″, wovon ſich die tropiſche der 87 T. 23 St. 14′ 35″, wie man ſieht, nur um 1′ 11″ unterſcheidet, um welche letztere (nach Art des „tropiſchen" gegen das „ſideriſche" Erdenjahr) kürzer* iſt.

Die (ſchon oben, mit Verweiſung hierher, erwähnte) ſynodiſche** Umlaufs-

* Wird, wie andere Aſtronomen thun, die halbe große Axe der Erdbahn (nahe 21000000 Meilen) zur Einheit genommen, ſo kommt dieſe Excentricität = 0.079600, indem 0,205617 × 8000000 (ſehr nahe) = 0.079600 × 21000000. — Ich mache noch auf die Größe dieſer Excentricität aufmerkſam: die Excentricität der Mercursbahn iſt (abgeſehen von den Planetoiden) die größte unſeres ganzen Syſtems.

* Wie kann es mit dieſen (1′ 11″ = etwann) 70 Secunden, um welche ich das tropiſche Mercur-Jahr kürzer als das ſideriſche angebe, eigentlich zugehen?

Der Frühlingspunct, von deſſen Wieder-Erreichung bekanntlich die Dauer des „tropiſchen" Jahres (vergl. d. A. beſonders S. 808) abhängt, rückt dem (die Sonne umkreiſenden) Planeten in 1 Erdenjahre (365 Tagen) um 50 Bogen-Secunden, und alſo in den 88 Tagen des Mercur-Jahres um (365 : 50 = 88 : etwann) 12 ſolchen Secunden entgegen. Nun beträgt die tägliche Bewegung Mercurs $\left(\frac{360 \text{ Grad}}{88 \text{ Tage}} = \right)$ $4^0\ 5'\ 32'' = 14732''$, und alſo die ſtündliche $\left(\frac{14732}{24} = \right)$ 614 Bogen-Secunden; und man hat demnach die Proportion 614 Bogen-Secunden : (1 Stunde, d. h.) 3600 Zeit-Secunden = 12 : 70, welche 70″ der obige Zeit-Unterſchied zwiſchen dem ſideriſchen und tropiſchen Jahre des Mercur ſind, eben weil dieſer Planet mit dem ihm während eines Umlaufes um 12 Bogen-Secunden entgegen gerückten Frühlingspunct um 70 Zeit-Secunden früher (als mit dem Fixſtern, von deſſen Erreichung dagegen das ſideriſche Jahr abhängt) wieder zuſammtrifft.

** Man verſteht darunter bekanntlich die Rückkehr Mercurs zur obern (oder untern) Conjunction, wo er ſich alſo, abgeſehen von der „Neigung" ſeiner Bahn gegen die Ebene der Ekliptik, mit Sonne und Erde wieder in Einer geraden Linie befindet. Zur Ermittlung der dazu erforderlichen Zeit hat man offenbar nur die Differenz der Bewegungen des Mercur und der Erde in ihren resp. Bahnen zu nehmen, und

zeit dieſes Planeten
endlich aber beträgt 115 Tage 21 St.

4) Die Länge des Perihels (in der Bahn, in welcher man rückwärts vom aufſteigenden Knoten einen, dem Abſtande dieſes Knotens vom Frühlingspuncte in der Ekliptik gleichen Bogen der letzteren nimmt, und von jenem [dem weſtlichen] Endpuncte dieſes Bahnbogens an zählt) zu Anfange des laufenden Jahrhunderts* . . . . . 74° 20′ 5″.

5) Die Epoche (vergl. d. A., nämlich die vom eben bezeichneten Puncte an gezählte Länge in der

zu fragen, wann dieſe Differenz = 360° wird? ſtände Mercur z. B. heute gerade zwiſchen Sonne und Erde, und entfernte ſich von dieſer letzteren, als unbeweglich angenommenen, alſo mit der Differenz der beiderſeitigen Geſchwindigkeiten, ſo müßte er ihr, nach der ſolchergeſtalt ausgeführten Durchlaufung des Ganzkreiſes (360°) natürlich wieder gerade gegenüber ſeyn (er hat dann ſeinen „ſynodiſchen“ Umlauf vollendet). Nun beträgt (ſ. oben) die mittlere tägliche Bewegung

Mercurs . . . . . 4° 5′ 32″,
und die der Erde dagegen . „ 59 8,
die Differenz alſo . . 3° 6′ 24″;

und man hat 3° 6′ 24″ : 1 Tag = 360° : (den obigen) 115 T. 21 St. Die weitere Anwendung hiervon in Conjunction, S. 203.

* Ich muß dieſe, auch auf die Excentricität u. ſ. w. bezügliche Zeitbeſtimmung hinzufügen, da die Elemente im Laufe langer Jahre einige (wenn auch nur kleine) Veränderungen erleiden, von denen zwar, mit Verweiſung wegen ihres Grundes auf den Art. Perturbationen, ſchon öfter die Rede geweſen iſt, in Bezug auf welche ich indeß doch gleich hier noch eine Erläuterung hinzufügen will.

Die obige „Länge des Perihels“ zuerſt nämlich nimmt zwar ſideriſch, durch das Fortrücken der Apſidenlinie ſelbſt (vergl. d. A.) nach Oſten, jährlich nur um . . . 5″,81
zu; damit vereiniget ſich aber das auch jährlich 50.22
betragende Zurückgehen des Frühlingspunctes, auf welchen man, auseinandergeſetztermaßen, die Länge (ſo wohl in der Ekliptik als in der Bahn) bezieht, nach Weſten, daher jene Längenänderung, tropiſch gerechnet, alljährlich zuſammen . . . . . 56 Secunden
oder faſt 1 Minute beträgt. Nun iſt dieſe Länge oben für 1800 = . 74° 20′
angegeben, wogegen meine Leſer dieſelbe in Ihrem „Littrow“, für 1810 = . 74° 30
und alſo . . . . „ 10′
größer finden, welche 10 Minuten auf 10 Jahre eben von jener tropiſchen Veränderung der 1 Minute auf 1 Jahr herrühren.

Aehnlich verhält es ſich ſodann auch mit der „Knotenlänge“: die Knotenlinie (vergl. auch d. A.) bewegt ſich ſelbſt jährlich ſideriſch zwar ebenfalls nur um den geringen Betrag von . 8″,07,
wohl zu merken rückwärts (nach Weſten); in eben der Richtung macht aber der Frühlingspunct jährlich die nachgewieſenen . . 50,22,
daher die tropiſche Längen-Zunahme des Knotens alljährlich auf (die Differenz =) . . . . . 42 Secunden
ſteigt. Die oben wieder für 1800 berechnete Länge dieſes (aufſteigen-

Bahn, welche der, zu einer beſtimmten Zeit von der Sonnen-Nähe ausgegangene Planet mit mittlerer Bewegung erreicht haben würde) am mittleren Pariſer Mittage des 1ten Januars 1800 . . . . . . 112° 16′ 4″.

6) Die Länge des (eben auch erwähnten) aufſteigenden Knotens (in der Ekliptik ſowohl als, aus dem unter 4. angegebenen Grunde, auch in der Bahn) für den nämlichen Zeitpunct . . . 45° 57′ 9″.

7) Die Neigung der Bahn dieſes Planeten gegen die Ekliptik (eben ſo) . . . 7° 0′ 6″;
welche 7 Elemente ſich auf die, in dieſem Artikel nur angegebenen ſechs reduciren, wenn man die, unter 1 und 3 ſeparat aufgeführte halbe große Axe und Umlaufszeit, als auseinander folgend, auch nur für Ein Element rechnet.

Außerdem findet ſich die „größte Mittelpuncts-Gleichung“, und zwar zu 23° 40′ 43″ angeſetzt. Ich habe von dieſem Gegenſtande ausführlich in Gleichung der Bahn, S. 642. gehandelt, und bemerke hier, zur Abrundung des beſtimmten Vortrages, nur, daß man darunter den größten Unterſchied zwiſchen mittlerer und wahrer Anomalie: die größte Ortsverſchiedenheit verſteht, welche zwiſchen einem poſtulirten „mittleren“ und dem wahren Planeten, bei Durchlaufung der Bahn von einem nämlichen Puncte (z. B. der Sonnennähe) an, in Gemäßheit ihrer resp. Geſchwindigkeiten, erwachſen kann.

Die Maſſe des Merkur endlich, als ein ebenfalls auf ſeine Weltenſtellung (ſeinen Syſtems-Einfluß) bezügliches Datum, anlangend, ſo findet unſer Berliner Aſtronom Encke* dieſelbe, aus den Störungen, welche dieſer Planet auf den, 1838 in ſeine Nähe gekommenen Pons'ſchen Kometen ausgeübt hat, ziemlich abweichend von den früheren, auch noch von mir im Art. Maſſe admittirten Angaben, nur = $^1/_{4865751}$ der Sonnenmaſſe (= 1), welches alſo ſagen will, daß man, wenn der Sonnenkörper in der einen Schale einer Wage läge, um ihn aufzuwägen, in die andere Schale gegen 5 Millionen Merkurskugeln legen müßte.

Dieß führt mich ſogleich auf die Dimenſionen dieſes Planeten. Der ſcheinbare Durchmeſſer der (uns daher als Scheibe erſcheinenden) Merkurskugel (vergl. unten) beträgt in der, oben zu 21000000 Meilen nachgewieſenen mittleren Entfernung dieſes Planeten von der Erde 6″,7, woraus ſein wahrer Durchmeſſer nahe = 600** geographiſche Meilen (etwas über 1/3 des Durchmeſſers der Erdkugel von 1719 Meilen) folgt***. Der Umfang ſei-

den) Knotens war 45° 57′;
für 1810 (alſo 10 Jahr ſpäter) ſteht ſie bei „Littrow“ . 46° 4′,

Unterſchied . . . „ 7 Minuten = 420 (= 10. den 42) Secunden, wie ich darthun wollte.

Ich rechne auf den Dank meiner Leſer für dieſe ſorgfältige numeriſche Auseinanderſetzung, welche Sie nicht leicht an einem andern Orte ſo überſichtlich antreffen, und durch welche der ſcheinbare Widerſpruch zwiſchen meinen und Littrow's Angaben doch am ſchnellſten völlig aufgeklärt wird.

* Schumacher's „Aſtron. Nachr.“ Nr. 488.

** Mädler (unſer trefflicher Dorpater Beobachter: „Beitrage zur Kenntniß der Himmelskörper unſeres Syſtems“. Weimar. 1841. gr. 4. S. 145.) findet nach den ſorgfältigſten Vergleichungen, 583 Meilen; Beſſel (der Königsberger Aſtronom) gibt, wie ich in meinen Collectaneen finde, 671 Meilen an; unſere obige Beſtimmung fällt alſo ziemlich in die Mitte.

*** Wie ſo? Mercur's Durchmeſſer erſcheint aus der Entfernung der 21000000 Meilen, alſo etwas über 6″ groß; aus der (bekanntlich) gleich großen Entfernung (nämlich in der Sonne) erſcheint der Durchmeſſer (= 1719 Meilen) der Erdkugel = 18″ (Horizontal-

nes Aequators iſt daher (600 . 3,141 =) . . . . 1880 Meilen, und ſeine Oberfläche (worauf ich mich mit Bezug auf die Anmerk., hier beſchränke) hält (1880 . 600 =)* . . 1128000 □ Meilen, etwann ($1/3^2$ =) $1/9$ der (vergl. Erde, S. 362. zu 9 Millionen ſolcher Meilen angegebenen) Erdoberfläche, ſo daß ſich alſo auf dem Merkur auch nur etwann $1/9$ ſoviel Raum als auf unſerem Planeten Erde findet. — Was die Dichtigkeit dieſes Planeten (die ſpecifiſche Schwere der verſchiedenen Materien, aus welchen er beſteht) anbetrifft, ſo hat (vergl. d. A. Maſſe) wieder unſer Encke l. c. dargethan, daß die vier Weltkörper: Mercur, Venus, Erde und Mars (die erſte Gruppe unſeres Syſtems) ziemlich gleiche Dichtigkeit beſitzen, demgemäß auch eine gewiſſe Aehnlichkeit zwiſchen den dieſes Geſtirn und den Erdkörper bildenden Stoffen präſumirt werden kann.

Eine andere Aehnlichkeit zwiſchen dieſen vier Planeten beſteht in der nahen Uebereinſtimmung der Dauer ihrer resp. Rotation: Mercur drehet ſich (vergl. die voraufgehende Anmerk.) in derſelben Zeit wie unſere Erde (und alſo ſehr nahe wie auch Venus und Mars) um ſeine Axe; ein Mercurstag* dauert, gleich dem Erdentage, 24 (unſerer) Stunden. Harding, der uns ſchon bekannte, als Profeſſor zu Göttingen verſtorbene, Entdecker der Juno (vergl. d. A.), und der oft citirte Lilienthaler Aſtronom Schröter haben dieſe Rotationsdauer aus Beobachtung der Rückkehr von Flecken auf der Mercursſcheibe zu einer nämlichen Stellung (gegen das Fernrohr), nach einer Methode gefolgert, von welcher ich im kurz vorhergehenden Art. Mars eine genauere Auseinanderſetzung beigebracht habe; — und die, durch die angeführten vielen andern Beziehungen gebildete ſtärkſte Analogie vereiniget ſich mit dieſem Beobachtungsreſultate, um die Richtigkeit der Angaben höchſt wahrſcheinlich zu machen.

Die nämliche Analogie erklärt ſich für die Zuverläßigkeit auch noch einer andern Beobachtung derſelben Aſtronomen, nämlich einer Neigung der Ebene des Aequators Mercurs gegen die Ebene ſeiner Bahn um die Sonne von etwann 20°, alſo ziemlich unſerer „Schiefe der Ekliptik“ (von bekanntlich $23\frac{1}{2}^\circ$) gleich: auch die Mercur-Jahreszeiten wären alſo denen der Erde ähnlich,

Parallaxe der Sonne nahe = 9 = $\frac{18}{2}$). Nun verhalten ſich, bei Beziehung auf eine ſolche gleiche Entfernung, die ſcheinbaren-offenbar wie die wahren Durchmeſſer, daher 18'' : 6'',7 = 1719 : 600 (etwann das obige $1/3$); ich bevorworte, daß ich mich, mit meinen (vergl. jedoch Mädler's und Beſſel's voraufgehende Beſtimmungen) Vorgängern bei dieſer Berechnung, auf runde Zahlen beſchränke.

Wäre die Horizontal-Parallaxe (p) des Mercur ſelbſt, für dieſe mittlere Entfernung, gegeben, ſo hätte man (ſiehe Größe der Himmelskörper, S. 724.) auch gehabt 2 p : 6'',7 = 1719 : Durchmeſſer dieſes Planeten; die Leſer können ſich dieſelbe aus der entſprechenden Entfernung der 21 Millionen Meilen leicht ſuchen, und mir damit nachrechnen.

Ich behandle den Mercur bei dieſer Berechnung, wie man ſieht, als eine vollkommne Kugel. In der That hat Mädler l. c. durch Beobachtung, eine „Abplattung“ dieſes Planeten nicht ermitteln können, wiewohl (vergl. dieſen Art. Abplattung) die Theorie eine ſolche, wenn auch nur geringe, verbürgt. Die Rotation des Mercur, von welcher gleich die Rede ſeyn wird, bedingt den Schwung und alſo die Aufhöhung der äquatorealen Zone und damit die Abplattung unter den Polen; da aber Mercur nicht ſchneller als die Erdkugel rotirt, und doch nur ($1/3^3$ =) $1/27$ ihres Volumens hält: ſo kann der „Schwung“ nicht ſtark ſeyn.

* Von dem, wegen der ſchnellen Bahnbewegung Mercurs über $1/4$ Stunde betragenden Unterſchiede zwiſchen Sonnen- und Sterntage auf dieſem Planeten iſt dabei abgeſehen.

nur daß jede derſelben, ſtatt, wie bei uns, 3 Monate, durchſchnittlich nur $\left(\frac{88}{4}=\right)$ 22 Tage (ſoviel Wochen als bei uns Monate) dauert.

Ferner nahm Schröter ſehr hohe Berge auf dieſem Planeten wahr, welche ganze große Züge bilden; — und die meiſten und höchſten dieſer Gebirge finden ſich, gleichwie nicht nur auf der Erde, ſondern auch auf denjenigen andern Planeten, wohin dergleichen Beobachtungen reichen, namentlich auf der Venus (vergl. d. A.), in der ſüdlichen Hemiſphäre *.

Auch an einer Atmoſphäre Mercurs, wenn ſich nicht wieder ſchon die Analogie hinreichend dafür erklärte, iſt nach den wirklichen Beobachtungen Schröter's gar nicht zu zweifeln, da Er, obwohl nur ſelten, wolkenartige Verdunklungen auf der Oberfläche dieſes Planeten bemerkte, welche auf keine andere genügende Weiſe erklärt werden können. Damit vereiniget ſich die Wahrnehmung, daß die Lichtgrenze der Mercurs-Phaſen nicht ganz ſcharf abgeſchnitten erſcheint: dieſe „Lichtgrenze“ (der Erleuchtungsgrenzkreis, vergl. d. beſondern Art.) trennt nämlich die Tag- von der Nacht-Halbkugel Mercurs; und da die Sonne alſo immer eben dieſen Grenzkreis verläßt, ſo werden ſich auch an ihm ſogleich ſolche Dünſte der Mercurs-Atmoſphäre zeigen, welche beſonders in der letzteren Halbkugel entſtehen, und, mit dem Lichte ſtreitend, die genaueſte Schärfe der Lichtgrenze beeinträchtigen.

Die Geringfügigkeit dieſer Indicien ſelbſt läßt aber weiter auf eine beſondere Feinheit der Mercurs-Atmoſphäre ſchließen; und die Conjectural-Aſtronomie bezieht dieſen Umſtand darauf, daß Mercur der Sonne ſo nahe iſt, und vor der Gewalt ihrer Strahlen durch eine „feine“ Luft, in welcher ſich dieſelben weniger brechen, geſchützt werden mußte. „Die angeführten hohen Berge mit ihren langen Schatten, und der ebenfalls erklärte ſchnelle Wechſel der Mercur-Jahreszeiten werden ſich, wie namentlich Littrow (der verewigte Wiener Aſtronom, an mehreren Stellen ſeiner Schriften) bemerkt, „mit jenem Umſtande zur Erreichung des beabſichtigten Zweckes vereinigen“; — und man darf, wofern dieß nicht ſchon a priori angenommen werden müßte, alſo auf den bloßen Grund aller dieſer Analogien, mit Sicherheit behaupten, daß die Vorſehung auch für das Leben auf dieſem Planeten keinerlei nothwendige Rückſicht vernachläßiget habe.

Leſern, welche einen Genuß in der, für den Plan meines Werkes nicht mehr zuläßigen, weiteren Ausführung dieſer Andeutungen der Conjectural-Aſtronomie über das Leben auf dem „Mercur“ ſuchen, weiß ich keinen beßren Führer als unſern Gruithuiſen (den Münchener Aſtronomen): „Naturgeſchichte des geſtirnten Himmels“. München. 1836. 8. S. 101. flgd. zu empfehlen. Die oben erwähnten Lilienthaler Beobachtungen über dieſen Planeten finden ſich vereiniget in „Hermographiſche Fragmente zur näheren Kenntniß des Planeten Mercur.“ Von Schröter. Göttingen. 1816. 8. — und Mädlers Werk iſt ſchon im Laufe des Vortrages nahmhaft gemacht. Die Eingangs erwähnten Tafeln aber, aus welchen ich die Elemente entlehnt habe, ſind von v. Lindenau (jetzigem Sächſiſchen Staatsminiſter, früher Director der Sternwarte Seeberg bei Gotha): „Investigatio nova orbitae a Mercurio circa solem descriptae“. Gotha. 1813. Neuere Tafeln Mercurs finde ich angezeigt von Leverrier (ſind mir noch nicht zugekommen); — und mit dieſer Notiz beſchließe ich denn den dieſem Planeten gewidmeten Artikel.

* Ich habe dieſe merkwürdige Analogie, welche auch für die Richtigkeit der Schröter'ſchen Beobachtung ſpricht, im Art. Erde, S. 368. beſonders hervorgehoben, und dort darauf aufmerkſam gemacht, daß es mehrere ſolche durchgängige Verſchiedenheiten zwiſchen Süd und Nord gibt, welche auf die Vermuthung führen, daß dieſer Gegenſatz nicht bloß ein mathematiſcher ſey, ſondern ſich auch auf phyſiſche Verhältniſſe beziehen dürfte; — meine Leſer mögen dieſe intereſſante Andeutung ſelbſt weiter verfolgen.

Meridian, ſ. **Mittagskreis** (indem letzterem Ausdrucke bei früheren Verweiſungen der Vorzug gegeben worden iſt).

Meridiandifferenz (man ſagt nicht gern „Mittagskreis“-Differenz); **Differentia meridianorum;** *Différence des méridiens.* Der allgemeinſte Begriff des Gegenſtandes iſt eigentlich ſchon im Ausdrucke ſelbſt enthalten: Orte, namentlich Orte der Erdkugel (denn man könnte die Betrachtung auch auf andere Meridiane ausdehnen), welche in (unter) Einerlei Meridiane (Mittagskreiſe) liegen, haben auch Einerlei Länge (geographiſche, vergl. d. A.); in verſchiedenen Meridianen dagegen ſind natürlich auch die „Längen“ verſchieden, daher dieſe Längen-Differenz durch die „Meridian-Differenz“, d. i. durch den Unterſchied der Zeit beſtimmt wird.

Die Sonne, mit ihrer ſcheinbaren, hier als gleichförmig anzunehmenden Tagesbewegung, umläuft nämlich, alle 24 Stunden, die ganze Erdkugel mit ihren ſämmtlichen Meridianen, im Aequator oder in einem ſeiner Parallelkreiſe und in der Richtung von Morgen gegen Abend (Oſten gegen Weſten, von der Linken zur Rechten), und beſchreibt demgemäß in dieſen 24 Stunden auch die ſämmtlichen 360° des Kreiſes, oder in 1 Stunde ($^{360}/_{24}$ =) 15°, in 4 (Zeit-) Minuten ($^{1}/_{15}$ Stunde) 1° u. ſ. w.; und wenn alſo zwei Meridiane auf der Erdkugel z. B. um jene 15° auseinander liegen, ſo erreicht die Sonne den öſtlicheren dieſer beiden Meridiane 1 (Sonnen-) Stunde früher als den weſtlicheren: die Sonnen-Uhr zeigt unter dieſem letzteren erſt 11 Uhr Vormittags, wenn unter jenem erſteren ſchon Mittag (12 Uhr) iſt; der Differenz dieſer beiden Meridiane von 15° Länge entſpricht eine Zeitdifferenz von 1 (Sonnen-) Stunde. — Dieß iſt die nähere Erklärung von „Meridian-Differenz“; jetzt zur Darſtellung der aus dem angedeuteten, dabei obwaltenden Sachverhältniſſe herrührenden Folgen.

Wenn danach an irgend einem Tage, z. B. an einem 1ten Januar, in einem gewiſſen Meridian (ſagen wir, in deſſen oberer Hälfte) eben Mittag (12 Uhr), und alſo in dem 15 (Längen-) Grade weiter weſtlich gelegenen Meridian erſt 11 Uhr Vormittags iſt; ſo zählt offenbar der noch 15° weiter, d. h. 30° weſtlicher gelegene Meridian, im nämlichen phyſiſchen Augenblicke, nur 10 Uhr Vormittags; — und es fragt ſich: welche Stunde wird es zugleich an jedem andern Puncte der Erdoberfläche ſeyn?

Fährt man ſo fort, ſo findet man offenbar 90° weſtlicher vom Ausgangs-Meridiane (wo Mittag war) 6 Uhr Morgens: die Sonne erreicht dieſen ſpäteren Meridian, vom erſteren ab, erſt nach ($^{90}/_{15}$ =) 6 Stunden; wieder 90° weſtlicher (d. i. in der unteren Hälfte des Ausgangs-Meridians) iſt eben (90 + 90 = 180°) Mitternacht; und nach 90° weſtlicher (in 270° weſtlichem = 90° öſtlichem Abſtande vom Ausgangs-Meridiane) iſt 6 Uhr Abends des nämlichen Tages (1ten Januars, welcher, nach unſerer Art zu rechnen, von Mitternacht, in der untern Meridianhälfte angefangen und, wie geſagt, ſeinen Mittag, 12 Stunden nachher, in der oberen Hälfte gehabt hat, während, zugleich 90° weſtlich von dieſer letzteren 6 Uhr Morgens, und 90° öſtlich, 6 Uhr Abends gezählt wurde). Man ſieht alſo zunächſt, daß am ſelbigen 1ten Januar (an Einem und dem nämlichen Tage) alle vier Tageszeiten: Mittag (wieder damit anzufangen), Morgen, Mitternacht und Abend, und zwar im nämlichen (phyſiſchen) Moment, auf der Erdkugel vorhanden ſind; um aber ſodann auch die Zwiſchenſtunden zu haben, muß man, der „Meridiandifferenz“ gemäß, von Mittag (vom Meridian, in dem eben Mittag iſt) weſtlich bis Mitternacht rückwärts durch 11, 10 Vormittags u. ſ. w., öſtlich dagegen durch 1, 2 Nachmittags bis 12 vorwärts zählen: zufolge der, oben bezeichneten Richtung des Sonnenlaufes hat ein 15° rechts vom Mitternachtsmeridian belegener Meridian alſo eben 1 Uhr Morgens, und der 15° links kommende zugleich 11 Uhr Abends: die an den vorangegangenen Mittagen dieſer beiden Meridiane nach der Sonne daſelbſt geſtellten Uhren zeigen dann reſp. die angegebenen beiden Stunden.

Denken wir uns jetzt ferner einen Reiſenden: einen Seefahrer, welcher zur angegebenen Zeit vom obigen Mittags-

Meridian in ſtets weſtlicher Richtung abgeſegelt ſey, und ſeine, auch mit einem Datumzeiger verſehene Uhr richtig nach dortiger (Sonnen-) Zeit, alſo auf 12 Mittags des 1ten Januar geſtellt habe; und nehmen wir an, er ſegele ſo ſchnell, als die Sonne bei der Tagesbewegung läuft*: ſo kommt er alſo nach 1 Stunde zugleich mit ihr in einem 15° weſtlicher belegenen Meridian an: dort bringt ſie alſo erſt den Mittag (12 Uhr); ſeine Uhr zeigt aber ſchon 1 Uhr Nachmittag (als ſoviel es auch wirklich im Abgangs-Meridian, dem Sonnenſtande, der „Meridian-Differenz“ gemäß, dann bereits iſt), und er muß ſie alſo, zur Uebereinſtimmung mit der Zeit dieſes erreichten Meridians, ſchon um 1 Stunde-, nach abermals 15° wieder um 1 Stunde-, und ſolchergeſtalt, bei Durchſegelung der ganzen 360° (bei Umſegelung der ganzen Erdkugel in ſteter weſtlicher Richtung) allmälig um ($\frac{360^\circ}{15}$ =) 24 Stunden (um 1 vollen Tag) zurückſtellen; und findet ſie demgemäß, bei der Wiederankunft im Ausgangs-Meridian, wo es unterdeß (während der 24 Stunden) natürlich ſchon 2ter Januar geworden iſt, gegen dortige Zeit, um den, auf ſolche Art eingebüßten Einen Tag zurück: auf dem Schiffe zählt man nach Umſegelung der ganzen Erdkugel in ſtets weſtlicher Richtung, im Datum 1 weniger als am Ausgangsorte**. — Ich brauche wohl kaum hinzuzufügen, daß, wenn die Fahrt dagegen in ſtets öſtlicher Richtung Statt gehabt hätte, umgekehrt 1 Tag mehr gefunden werden würde.

Von den mehreren praktiſchen Methoden der Ausmittlung dieſer „Meridian-Differenz“ (dem Längen- oder, was nach dem Vorgetragenen alſo das Nämliche ſagen will, dem Zeit-Unterſchiede) zwiſchen zwei Puncten der Erdoberfläche habe ich in den Artikeln Länge, geographiſche, und (mit noch beſtimmterer Hervorhebung der ganzen Wichtigkeit dieſes Problems) Länge zur See, erſchöpfend gehandelt; es kam dabei offenbar nur auf Bezeichnung eines nämlichen phyſiſchen Moments für die beiden Puncte an. Wird z. B. die Verfinſterung eines Jupitersmondes, welche man natürlich überall, wo ſie ſichtbar iſt, in einem ſolchen nämlichen Momente wahrnimmt, an dem einen Orte geſehen, indem man unter dem dortigen Meridian (nach dortiger Zeit) 8 Uhr Abends zählt, und iſt es dagegen an dem andern Orte eben (alſo zugleich, aber in Zeit dieſes Meridians) erſt 7 Uhr Abends; ſo liegt letzterer Punct in Länge 15 Grad, in Zeit 1 Stunde, und zwar weſtlich vom erſteren: die „Meridian-Differenz“ dieſer beiden Puncte der Erdoberfläche iſt = 15° = 1 Stunde. — Dieß wird ſchließlich zur plangemä-

* Meine Leſer könnten mir hier einwenden, daß Dieß, der Natur der Sache gemäß, doch unmöglich ſey, und daß die Betrachtung daher als eine bloße müßige Speculation erſcheine; allein ich zeige in der folgenden Anmerkung, welche ich daher alsbald zu vergleichen bitte, wie ſich das Verhältniß auch in der Wirklichkeit geſtaltet, und daß der Erfolg danach keineswegs von der Schnelligkeit des Schiffes, welche ich nur zur Erleichterung der Vorſtellung poſtulirt habe, ſondern vielmehr von der ſteten Verfolgung der weſtlichen (oder öſtlichen) Richtung abhängig iſt.

** Dieſe Erfahrung, deren Grund ich meinen Leſern hiermit erklärt habe, machten die, mit demſelben noch unbekannten erſten Weltumſegler zu ihrer großen Ueberraſchung. Als Magellan's Schiff nach einer von Sevilla aus, wie oben, immer weſtwärts ausgeführten, mehrjährigen ganzen Erdumſegelung, am 7ten September 1522 wieder in San-Lucar einlief, zählte man an Bord wirklich erſt den 6ten September. Die mehrere, binnen der Reiſe verſtrichene Zeit thut dabei Nichts: der Reiſende büßt, indem er ſeine Uhr ſtets nach der Zeit der erreichten Meridiane regulirt, die vollen 24 Stunden darum nicht weniger, wenn auch langſamer, ein; — die Darſtellung im Texte habe ich, wie geſagt, nur zur Erleichterung der Einſicht von der Sache gewählt.

ſen Abrundung des vorliegenden Artikels in ſich ſelbſt genügen.

Meridiankreis, Ganzer Kreis (nicht „Mittagskreis", welches bloß für Meridian ſteht); **Instrumentum transitus**; *Lunette méridienne**. Ein, aus einem ganzen Kreiſe und einem, damit verbundenen, in der Ebene des Meridians beweglichen Fernrohre beſtehendes, zur gleichzeitigen Ermittlung des Culminationsmoments und der genaueſten Mittagshöhe der Sterne dienendes Inſtrument, und zwar (vergl. Inſtrumente, S. 817.) wohl das vorzüglichſte der neueren beobachtenden Aſtronomie.

Die Aſtronomie beſtimmt, wie wir wiſſen, den Ort eines Geſtirns an der Innerfläche der ſcheinbaren Himmelshohlkugel (in ähnlicher Art, wie die Geographie die Lage der Orte auf der Erdkugel, durch geographiſche Länge und Breite) durch ſeine gerade Aufſteigung und ſeine Abweichung (vergl. beide A. A.): die „gerade Aufſteigung" ergibt ſich aus der Zeit des Meridian-Durchganges, und die „Abweichung" aus der Höhe (der Mittagshöhe, ſ. auch d. A.) oder der entſprechenden Zenithdiſtanz, in welcher dieſer Durchgang erfolgt; und die Abſicht des „Meridiankreiſes" geht, angedeutetermaßen, nun eben dahin, dieſe beiden Daten gleichzeitig aufs allerſchärfſte zu ermitteln.

Man denke ſich zunächſt bloß ein Fernrohr, welches ſich (vergl. d. Anmerk.) um eine (oder mit einer), nach beliebiger Art, perpendicular auf der Mittagsfläche (ſ. auch d. A.) angebrachte Axe („Drehungs- oder Rotations-Axe, auf welcher es demnach ſeinerſeits perpendicular ſeyn muß) dergeſtalt drehen läßt, daß es dieſe ganze Mittagsfläche durchläuft, und alſo die Beobachtung ſämmtlicher, zu Geſicht kommenden Geſtirne im Augenblicke der Culmination (im Augenblicke des Durchganges — ihrer Mittelpuncte — durch den Meridian) geſtattet; ſo hat man noch erſt ein „Mittagsfernrohr", ein „Paſſagen-Inſtrument", von deſſen einfachſter Conſtruction ich ausgehen muß. — Mit dieſem, bloß ſo eingerichteten Inſtrumente könnte man demgemäß offenbar den einen der beiden obigen Zwecke: die Beſtimmung der „geraden Aufſteigung" (wie ſie aus der Zeit des Meridian-Durchganges folgt) erreichen.

Man läßt jene Drehungsaxe auch wohl durch das Centrum eines, in ſeine Grade eingetheilten (etwann nur Viertel-) Kreiſes gehen, an welchem das Fernrohr zu derjenigen ohngefähren Höhe aufgerichtet werden kann, in der man den Durchgang des Geſtirns erwartet, wobei man jedoch immer nur noch erſt bezweckt, dieß Geſtirn bequemer bloß in das Feld des Fernrohres zu bekommen, keinesweges aber ſchon ſeine Mittagshöhe zugleich mit dem Culminations-Momente haarſcharf zu ermitteln.

Dieſe letzte Forderung wird ſich, wie

* „**Instrumentum transitus** (**Tubus meridianus**) ſteht eigentlich für Paſſagen-Inſtrument (Mittags-Fernrohr), und „**Lunette méridienne**" wird auch gleichbedeutend mit „**Instrument des passages**" gebraucht; indeß macht man doch einen großen Unterſchied zwiſchen dem (deßwegen auch in einem beſondern Art. behandelten) „Paſſagen-Inſtrumente", und dem obigen „Meridiankreiſe". Von dem bloßen Paſſagen-Inſtrumente fordert man nämlich nicht, daß es, auſſer dem Culminationsmomente, auch noch die genaueſte Höhe des Geſtirns im Mittage bezeichne; dieſe doppelte Angabe iſt vielmehr, wie wir nun im Texte eben ſehen werden, Sache des „Meridiankreiſes." Derſelbe unterſcheidet ſich, auf welchen Umſtand ich ebenfalls gleich anticipirend aufmerkſam machen muß, auch von dem ſonſt zu Höhenmeſſungen angewendeten Quadranten, bei welchem ſich das Fernrohr mit ſeiner Alhidade um den (feſten) Limbus bewegt und die Zahl der Grade darauf abſchneidet, dadurch, daß ſich ſein getheilter Kreis vielmehr zugleich mit dem Fernrohre drehet, alſo auch mit beweglich iſt, und die Höhen nur durch die Veränderungen ſeiner Stellung gegen einen zweiten, feſten, ſelbſt nicht weiter getheilten, ſondern bloß mit Verniers verſehenen, hier die Alhidade vertretenden Kreis bezeichnet.

man nun einſieht, mit einem ſolchen Inſtrumente vielmehr *zugleich* nur erſt dann erfüllen laſſen, wenn man dem Kreiſe, mittelſt deſſen alſo die *Höhenmeſſung* erfolgen ſoll, auch eine ſolche gehörige Größe und fernere Einrichtung gibt, daß ſeine Theilung in möglichſt kleine Theile ausführbar iſt; — und Dieß iſt nun die genauere Bedeutung des „Meridiankreiſes“ (als *Ausdehnung* des „Paſſage-Inſtruments“), wie ich dieſelbe Eingangs in der Definition angedeutet habe. Von dieſem vortrefflichen Inſtrumente, und zwar in derjenigen Art, nach welcher es jetzt in *Deutſchland*[*], *Reichenbach's* (des uns ſchon bekannten, mit *Frauenhofer* zur Betreibung des optiſchen Inſtituts zu München verbunden geweſenen, 1826 verſtorbenen Baierſchen Oberſt-Bergrathes) Anleitung gemäß, verfertiget zu werden pflegt, will ich mich jetzt bemühen, eine Beſchreibung zu machen.

In der, dieſen Meridiankreis abbildenden Figur 1 der Tafel IV.[**] ſtellen P und Q zwei (gemauerte) ſehr ſolide Pfeiler vor, in welchen die horizontale (Rotations-) Drehungs-Axe A B, ſammt dem auf ihrer Mitte perpendicularen, mit ihr feſt verbundenen und alſo auch nur mit ihr *zugleich* drehbaren Fernrohre C D ruht (eine Einrichtung, welche, bis *hierher*, auch dem *vervollkommneten* „Paſſagen-Inſtrument“ gegeben zu werden pflegt). Die beiden cylindriſchen Enden A und B dieſer Rotationsaxe ſind mit ihren Pfeilern durch Metallſtücke in Verbindung, deren jedes aus *zwei* ſtarken Platten beſteht: die erſte, ihrem reſpectiven Pfeiler nächſte jeder dieſer beiden Platten iſt unmittelbar an demſelben feſt; die beiden anderen, welche die eigentlichen Lager tragen, auf denen die Enden der Rotationsaxe aufliegen, laſſen ſich an den erſteren Platten durch Schrauben bewegen, und zwar die *eine* auf und nieder, um dadurch die Rotationsaxe (mittels einer Libelle) genau *horizontal* zu ſtellen, und die *andern* im Horizonte vor- und rückwärts, wodurch die Axe alſo (vergl. vorn) *perpendicular auf die Ebene des Meridians* und das (ſeinerſeits auf dieſer *Axe* perpendiculare) *Fernrohr* ſomit zugleich *in dieſe Ebene* gebracht werden kann.

An dem einen Ende (A) der Rotationsaxe befinden ſich die beiden, zu derſelben *ſenkrechten*, concentriſchen und zugleich in der *nämlichen*, dem Meridian parallelen Ebene, alſo in einander liegenden Kreiſe mn; die Peripherien dieſer beiden Kreiſe ſind ſich, aus Gründen, welche ich unten genauer entwickeln werde, ſo nahe, daß ſie ſich beinahe berühren, und daß ein unbewaffnetes Auge nur mit Mühe den ſie trennenden Zwiſchenraum erkennt. Der *größere* (zur feinſten Theilung hinreichend große, äußere) beider Kreiſe iſt an ſeinem, mit Silber eingelegten Limbus (vergl. wieder vorn) auf das ſchärfſte in Grade und Minuten eingetheilt: dieſer Kreis iſt mit der Rotationsaxe ebenfalls *feſt* und unveränderlich verbunden, dergeſtalt, daß er ſich alſo, *ganz wie das Fernrohr*, nur *zugleich mit ihr drehet*, welches ich wohl zu merken bitte. Der *kleinere* (innere) Kreis, welcher hier die *Alhidade* (vergl. d. A.), deren Stelle er auch wirklich bloß vertritt, genannt wird, iſt dagegen (ſ. unten) *unbeweglich*, und trägt an *vier*, immer um 90° auseinander und ſich alſo diametral gegenüber ſtehenden Orten ſeiner, *nicht weiter getheilten* Peripherie, einen Vernier, um dadurch, wie wir unten auch näher ſehen werden, die Minuten des äußern Kreiſes noch weiter unterzu-

[*] Die Einrichtung nämlich, welche *Engliſche* Künſtler dem „Ganzen Kreiſe“ geben, weicht hiervon etwas ab, wiewohl der *Sinn* freilich immer der nämliche bleibt: eine Beſchreibung des z. B. von *Ramsden* für die Sternwarte zu *Palermo*, und von *Troughton* für *Greenwich* verfertigten ſolchen Inſtruments in „Aſtronomie von *Piazzi*“. Deutſch v. *Weſtphal*. Berlin. 1822. 2 B. gr. 8. I. 74 flgd.

[**] Genauer vergleichende Leſer dürften in dieſer Figur Details bemerken, deren ich in der Beſchreibung keine namentliche Erwähnung thue; ich habe dieſelben nicht unterdrücken wollen, und erkläre mich zu Schluſſe des Artikels über die Wünſchenswürdigkeit einer Anſicht des Inſtrumentes ſelbſt, wonächſt man die Beibehaltung jener Details nothwendig finden könnte.

theilen, ſo daß man, mit Hülfe beider Kreiſe, unmittelbar zwei Secunden leſen, ja, meiſtens, ſelbſt einzelne Secunden noch abſchätzen kann. Dieſen Verniers wollen wir aber (ich komme ebenfalls unten darauf zurück) einſtweilen einfache feine, gerade Linien ſubſtituiren, welche auch an *vier* Randorten unſeres (feſten) innern Kreiſes, in der Richtung ſeiner Halbmeſſer und in denſelben gegenſeitigen Abſtänden von 90°, gezogen wären, und alſo die jedesmalige Lage des (beweglichen) äußern Kreiſes gegen die „Alhidade“ in ähnlicher Art zu beſtimmen dienten. Ich hebe, um den Zweck der Einrichtung gleich ſoviel möglich anzudeuten, nochmals beſonders hervor, daß dieſer *zweite* Kreis (dieſe „Alhidade“), wie auch aus der, bereits oben erwähnten Nothwendigkeit ſeiner Unbeweglichkeit folgt, *nicht*, gleich dem erſteren (äußeren) Kreiſe, mit der Rotationsaxe verbunden, ſondern an dem *Pfeiler* P unverrückbar befeſtiget iſt, in welcher Abſicht ſeiner Unverrückbarkeit während der Drehung des Fernrohres zugleich mit jenem äußern Kreiſe und der Axe, man rings um ſeinen Mittelpunct ſo viel Spielraum frei läßt, daß das Axende ungehindert darin laufen kann. Jene Befeſtigung am Pfeiler P wird durch die ſtarke metallne Vorrichtung ab bewirkt, deren Theil a ein tüchtiges, in den Pfeiler eingelaſſenes Eiſenſtück, den Theil b aber eine ſolide, mit der Alhidade durch Schrauben gut verbundene Meſſingplatte abgibt: unter *ſich* ſtehen dieſe beiden Theile mittelſt einer andern feinen Schraube in Verbindung; und um, mit Hülfe derſelben, die Alhidade in ihrer unverrückten Stellung erhalten zu können, bringt man an ihr bei d auch eine Libelle an, welche alſo jede Aenderung verräth, bei deren Eintritte man die Alhidade, durch die gedachte Schraube, wieder in die, mittelſt der Libelle abzunehmende, rechte Stellung zurückführt.

Eine ähnliche Einrichtung zeigt ſich ebenfalls an dem andern Ende (B) der Rotationsaxe: man ſieht hier das in dem Pfeiler Q befeſtigte Eiſenſtück a′ ſammt der ſoliden Meſſingplatte b′; und dieſe Platte umgibt in ihrem oberen Theile bei d′ die Rotationsaxe wiederum dergeſtalt *frei*, daß letztere eben ſo ungehindert in der dazu hinreichend großen Plattenöffnung laufen kann. Allein durch die Mitte dieſer Platte, längs der Richtung c′ d′, geht zugleich eine, mit ihrem oberen Ende auf die Rotationsaxe *drückende* und dadurch ihre *freieſte* Bewegung hemmende, metallne Stange, deren unteres Ende bei c in einer Schraubenmutter läuft, und mit einer granulirten kleinen Scheibe h verſehen iſt, dergeſtalt, daß man die Stange bequem drehen, und jenes obere Ende alſo auch wieder herabzulaſſen im Stande iſt.

Iſt dieß Letztere aber geſchehen, ſo findet ſich, um nun zur Hauptſache: der *Anwendung* dieſes ſchönen, jedoch, wie man ſieht, auch ſehr complicirten Inſtrumentes zu kommen, die Rotationsaxe demnach für *den Augenblick ganz* frei, und man bewegt nun das (wie geſagt) feſt mit ihr verbundene Fernrohr *ſammt* dem ebenfalls nur *zugleich mit ihr* drehbaren *äußern* Kreiſe ſo lange, bis man, gegen den Zeitpunct der erwarteten Culmination, den zu beobachtenden Stern* vorläufig bloß in des Fernrohres Feld bekömmt. Hierauf ſchraubt man die Stange wieder aufwärts, wonächſt ſich das Fernrohr, *immer ſammt dem äußeren Kreiſe*, nur noch etwann ſo *wenig* ſanft drehen läßt, daß man den Stern aus jenem ſeinem erſt noch allgemeinen Platze im Felde *überhaupt*, zur *genaueſten* Zeit der eigentlichen Culmination, nun auch eben ſo genau in deſſen *Mitte* (den — vergl. *Fernrohr*, S. 450. — Durchſchnittspunct des „Fadenkreuzes“) bekömmt, und lieſt, mit

* Ich ſpreche hier, zur Vereinfachung der Darſtellung, nur von *Fixſternen*, welche ſich im Fernrohre bekanntlich als bloße untheilbare Puncte darſtellen, wogegen ich mich bei Geſtirnen von *meßbarem* Durchmeſſer auf ihren *Mittelpunct* oder ihre Ränder beziehen müßte, welche letztere Ausdehnung der Vorſtellung man ſich wohl leicht ſelbſt macht. Dabei wird die Bemerkung angemeſſen ſeyn, daß man hinreichend lichtſtarke Fernröhre wählt, um Fixſterne von auch nur 2ter und 3ter Größe, z. B. den *Polarſtern*, ſelbſt bei *Tage* ſehen zu können.

Bemerkung des gleichzeitigen Uhrmomentes, in dieſem Stande des Inſtruments, die Angaben der vier Verniers (oder auch nur der, denſelben deßwegen oben ſubſtituirten vier Theilungslinien) der Alhidade an dem äußern Kreiſe ab: das arithmetiſche Mittel aus dieſen vier Angaben* gewährt die geſuchte genaueſte Höhe des Sterns im Uhrmomente ſeiner Culmination, dergeſtalt, daß ſich alſo, wie ich nachweiſen ſollte, die, Eingangs an den „Meridiankreis“ geſtellte Forderung auf-Einmaliger ſchärfſter Beſtimmung des Culminations-Moments (der daraus folgenden geraden Aufſteigung) und der Mittagshöhe oder der dieſelbe ergänzenden gleichzeitigen Zenithdiſtanz (d. h. der wieder daraus folgenden Abweichung) wirklich erfüllt findet. — Ich verwahre mich gegen den etwannigen Vorwurf, mehrere Neben-Vorrichtungeu dieſes vortrefflichen Inſtruments unerwähnt gelaſſen zu haben: dieſe gehen den praktiſchen Aſtronomen an, welchen mein Werk nicht zunächſt im Auge haben darf.

Den Zweck des Inſtrumentes habe ich meinen Leſern alſo auf die beſtimmteſte Weiſe bezeichnet; und den dazu angewendeten Mechanismus der, um nun zu reſumiren, „Verbindung eines feſt ſtehenden, nur als Alhidade dienenden und daher nur Verniers tragenden inneren Kreiſes, mit einem beweglichen, aber immer bloß zugleich ſammt dem Fernrohre, an jenem erſteren verſchiebbaren, höchſt genau getheilten äußern Kreiſe“, hoffe ich Ihnen, in der Hauptſache, auch deutlich genug gemacht zu haben; — wer mehr techniſches Detail (auf welches ſich, vergl. vorn, auch diejenigen Angaben der Figur beziehen, deren ich in meinem Vortrage keine namentliche Erwähnung thue) verlangt, den verweiſe ich, wiewohl ohne eigenen Anblick des Inſtruments doch Manches nicht ganz einleuchten dürfte, auf den, vom verewigten Wiener Aſtronomen Littrow bearbeiteten Artikel „Meridiankreis“ in der viel citirten neuen Ausgabe von Gehler's phyſikaliſchem Wörterbuche, wo derſelbe aber

* Denken wir uns die optiſche Axe des Fernrohres zugleich mit den beiden Theilpuncten 0° und 180° des alſo auch in der Mittagsfläche angenommenen, äußern Kreiſes genau im Horizonte, und den mit 90° und 270° bezeichneten Durchmeſſer dieſes Kreiſes ſenkrecht darauf, die obigen vier Theilungslinien des in der nämlichen Fläche befindlichen, unbeweglichen inneren Kreiſes aber ſcharf damit coincidirend; und ſey ſodann das Fernrohr ſammt jenem, ſich mit ihm zugleich drehenden äußeren Kreiſe, gegen den inneren, unbeweglichen erhoben und feſtgeſtellt: ſo ſind die 4 Cardinalpuncte 0, 90, 270, 360 des letzteren zugleich von den vier Theilungslinien des inneren Kreiſes zurückgetreten, und würden es ganz gleich weit (um ganz gleich viel Grade, Minuten, Secunden) ſeyn, wenn die Theilung auch als ganz vollkommen angeſehen werden könnte: man würde dann die ſich ergebenden 4 Anzahlen n, n', n'', n''' von Graden, Minuten, Secunden, unter ſich auch ebenfalls vollkommen gleich finden; — und man nimmt, da eine ſolche Vollkommenheit in der Wirklichkeit nicht Statt hat, alſo natürlich, wie oben, das „arithmetiſche Mittel“ $\frac{n + n' + n'' + n'''}{4}$. Dieſe Auseinanderſetzung weist zugleich darauf hin, weßhalb man einen „ganzen Kreis“, ſtatt eines Quadranten mit ſeinen bloßen 90°, anwendet, da doch die (hier nur zu meſſenden) Höhen (oder Zenith-Abſtände) der Geſtirne nicht über 90° gehen können: der „ganze Kreis“ gewährt, wie man nun einſieht, eine vierfache Genauigkeit (Meſſung).

Endlich hatte ich vorn, mit Verweiſung hierher, auch noch das „enge Aneinanderſchließen“ des äußern und inneren Kreiſes hervorgehoben: es iſt aber nun ebenfalls einleuchtend, daß die gezeigte Art des genaueſten Vergleichens beider Kreiſe nur dadurch möglich gemacht wird. Wendete man, ſtatt der Theilungslinien des inneren Kreiſes, die Verniers ſelbſt an, ſo entſpringt überdieß der Vortheil, daß der äußere (getheilte) Kreis nicht von deren Reibung leidet, welche ſomit auf dem inneren erfolgt.

freilich auch gegen 30 Seiten gr. 8. faßt. Ein beſonderes Werk über dieſen Gegenſtand iſt mir, wie ich ſchließlich bemerke, nicht bekannt.

Merkur, ſ. Mercur.

Meteore, Lufterſcheinungen; Meteora; *Météores.* So nennt man alle im Luftkreiſe ſich ereignenden Naturbegebenheiten oder Erſcheinungen. In ihrem ganzen Umfange gehört die Aufzählung und Beſchreibung dieſer „Meteore" in die ſpecielle Phyſik des Erdkörpers; die Aſtronomie hat ſich nur mit denjenigen derſelben zu beſchäftigen, bei welchen auch, mehr oder weniger, wirklich „aſtronomiſche" (von andern Geſtirnen herrührende) Einflüſſe präſumirt werden dürfen, oder wobei Geſtirne in Berührung kommen. Als ſolche „Meteore" bezeichne ich in den betreffenden Einzel-Artikeln vorzüglich die Feuerkugeln und Sternſchnuppen, unter der Einſchränkung auf ihren kosmiſchen Urſprung, die Höfe um Sonne und Mond, die Nebenſonnen und Nebenmonde und etwann noch das Nordlicht*; und verweiſe ihretwegen auf jene beſondern Artikel, gleichwie auf den hier folgenden Vortrag über:

Meteorologie (Witterungslehre); Meteorologia; *Météorologie,* — worunter man die Geſammtlehre von den, im vorangehenden Artikel bezeichneten Erſcheinungen und den darauf bezüglichen Veränderungen im (zunächſt — vergl. unten — irdiſchen) Luftkreiſe verſteht. Die meiſten dieſer Veränderungen hangen, wie man leicht einſieht, vom Eigenleben des Planeten Erde ab, und ſie machen, in dieſem ihren Zuſammenhange unter ſich und mit aſtronomiſchen Einflüſſen eben den Vorwurf der weitläuftigen, verwickelten und höchſt problematiſchen „Disciplin" (Wiſſenſchaft wage ich nicht zu ſagen) der „Witterungslehre", „Meteorologie" aus. In demſelben weiten Umfange darf ich die Sache natürlich nicht behandeln: mein Werk muß ſich, bei der meteorologiſchen Betrachtung, auf einige aſtronomiſch-„meteorologiſche" Andeutungen beſchränken.

Den wichtigſten dieſer Einflüſſe auf die Witterung übt natürlich die Sonne, der Licht- und Wärme-Heerd unſeres ganzen Syſtems, aus; und zwar iſt dieſer Einfluß, wie ich eben mit der obigen Bemerkung in der Parentheſe andeuten will, daher auch nicht auf unſere Erde eingeſchränkt, ſondern erſtreckt ſich über ſämmtliche Syſtemsgeſtirne. Unter dieſem Geſichtspuncte (welchen ich bei Betrachtung der Sonnenflecke wieder aufſtellen werde) iſt ein Ausſpruch Herſchel's (des „Großen", wie ich den Vater im Gegenſatze des, um die Aſtronomie gleichwohl auch nicht unverdienten Sohnes „John", zu nennen pflege) beſonders merkwürdig. „Ich bin feſt überzeugt", ſagt dieſer ſorgfältige Beobachter* „daß die Oeffnungen (Flecke) der Sonne mit großen Untiefen, Rücken, Nieren und Narben (als unzweifelhaftes Reſultat größerer Thätigkeit in der Lichthülle dieſes Geſtirns) eine reichlichere Ausſendung erhitzender Strahlen, folglich mildere planetariſche** Witterung erwarten laſſen, wogegen Poren, kleine Einſchnitte, und die Abweſenheit von Rücken, Nieren, großen Oeffnungen und Untiefen, kurz, überhaupt ein ärmliches und unthätiges Anſehen der Sonnenſcheibe (der den Sonnenkörper

* Nach der obigen Definition gehört die Dämmerung offenbar ebenfalls hierher, wiewohl man ſie gewöhnlich unter den „Meteoren" nicht aufgeführt findet; des evidenten aſtronomiſchen Charakters dieſer „Luftbegebenheit" wegen, iſt ſie aber deßhalb auch nicht weniger in einem beſondern Artikel unſeres Werkes behandelt worden.

* Ich finde die Stelle in meinen Collectaneen, ohne gleich angeben zu können, in welcher der mehreren Schriften Herſchel's ſie eigentlich vorkommt.

** In der That „planetariſche", nicht bloß irdiſche: die übrigen Planeten des Syſtems müſſen den Einfluß dieſer mehreren oder minderen Licht- und Wärme-Thätigkeit des allen gemeinſchaftlichen Centralkörpers nicht weniger erfahren; — und eine vervollkommnete Aſtronomie wird dieſen Einfluß vielleicht einſt noch aus der Beobachtung der atmoſphäriſchen Hüllen dieſer verſchiedenen Weltkörper nachzuweiſen verſtehen.

umringenden Photoſphäre) eine ſparſamere Emiſſion von Licht- und Wärmeſtrahlen, und ſomit ſtrengere Witterung andeuten“.

Der Witterungs-Einfluß der Sonne kommt alſo für das ganze Syſtem* in Betracht; ein Einfluß des Mondes dagegen, als des der Erde nächſten Geſtirns, wofern ein ſolcher überhaupt zugegeben werden darf, könnte ſich auch nur auf unſeren Planeten beziehen. Mädler, der Mond-Aſtronom per excellentiam, drückt ſich ſehr behutſam darüber aus: „Der Einfluß des Mondes auf die irdiſche Witterung“, ſagt er („Beſchreibung des Mondes“. Berlin. 1839. gr. 8. S. 118.), „iſt noch ſehr wenig feſtgeſtellt; indeß kann man nach den bisherigen Unterſuchungen behaupten, daß er äußerſt gering, wiewohl nicht ganz zu verwerfen ſey“. — Herſchel (der Jüngere; ich habe ihn eben erwähnt) in Schumacher's „Aſtronomiſche Nachrichten“. Nr. 442. läugnet den Witterungs-Einfluß des Mondes durchaus. Der gemeine Mann, der Schäfer z. B. (auf welchen ich, als Meteorologen, Etwas halte), hängt dagegen feſt am Glauben eines ſolchen Einfluſſes; und man muß in den Fällen, in welchen ſich die Wiſſenſchaft im Widerſpruche mit dem ſogenannten Volksglauben findet, vorſichtig mit ſeinem Urtheile ſeyn, daher ich den Leſern meine Anſicht von der Sache auch nicht aufdringe. Die mehrmals gemachten Verſuche aber, einen Einfluß planetariſcher Aſpecten (ſ. Aſpecten) auf die irdiſche Witterung nachzuweiſen, ſind, ſoviel ich weiß, noch immer vollkommen erfolglos geweſen.

Mehr über „Meteorologie“ ſcheint mir in die Aſtronomie nicht zu gehören; Leſern, denen der Artikel in dieſer Faſſung dürftig vorkommen ſollte, und die weiteres Detail verlangen, weiß ich ſchließlich keinen beßren meteorologiſchen Führer, als den Halle'ſchen Phyſiker Kämtz „Lehrbuch der Meteorologie“. Halle. 1831. gr. 8. (vor mir liegen 2 Bände; es iſt aber, wenn ich nicht irre, indeß ein dritter erſchienen) zu empfehlen.

* Andeutungen über andere Witterungsverhältniſſe der übrigen Planeten des Syſtems in den dieſe Planeten betreffenden Einzel-Artikeln.

Meteorſteine, Luftſteine (αερολιθος); Lapides de coelo delapsi; *Aérolithes;* vergl. d. A. Feuerkugel, S. 453. wo dieſer beim Berſten ſolcher „Feuerkugeln“, zuweilen zur Erde herabgeſtürzten „Luftſteine“ nähere Erwähnung geſchieht.

Meter; Metrum; *Mètre.* Ueber dieſes, in der Franzöſiſchen Aſtronomie eine ſo wichtige Rolle ſpielende Maß habe ich mich im letzteren Art. ausführlich erklärt, und verweiſe dahin.

Methode der correſpondirenden Höhen; Methodus altitudinum correspondentium; *Méthode des hauteurs correspondantes.* Ein Verfahren der praktiſchen Aſtronomie zur Ableitung des Culminations-Momentes eines Geſtirns (ſeines Mittelpunctes) aus beobachteten gleich großen, vor- und nach dem Durchgange durch den Meridian, mit Bezug auf die zugehörigen Zeiten, genommenen Höhen.

Die Geſtirne erreichen, bei Beſchreibung des (ſichtbaren) Weges: des Kreisbogens, des Bogens vom Parallel, des Tagbogens (ſ. d. Art.), welchen ſie von ihrem Aufgangs- bis zum Untergangs-Puncte des Horizontes, an der ſcheinbaren Himmels-Hohlkugel zurücklegen, allaugenblicklich eine andere Höhe (vergl. d. Art. S. 783. Sp. 2.) über dem letzteren: im Meridian, wo ſie („culminiren“ und) gleich weit von jedem jener beiden Puncte abſtehen, iſt die Höhe (Mittagshöhe) die größte; gleich lange vor- und nachher (gleich weit öſtlich und weſtlich vom Meridian) aber ſind dieſe Höhen auch gleich*. Ein Geſtirn (vorausgeſetzt, daß daſſelbe ſeine Abweichung nicht ändere, auf welche Bedingung ich näher erſt unten komme) ſteht demnach z. B. 3 Stunden vor ſei-

* Der Meridian, als größter Kreis, halbirt den größten Kreis des Horizonts und alle über demſelben ſtehende Bögen der Parallelkreiſe („Tagebögen“ der betreffenden Geſtirne), deren (öſtliche und weſtliche) Hälften daher auch gegen ihn ſymmetriſch liegen, woraus, mit Bezug auf die vollkommne Gleichförmigkeit der Tagesbewegung, die obige Gleichheit folgt.

ner Culmination eben ſo hoch über dem Horizont und eben ſo weit vom Meridian, als 3 Stunden nachher; und ſtatt den Moment des Durchganges durch den letzteren unmittelbar* (welches zuweilen Schwierigkeiten macht) zu beobachten, kann man denſelben alſo, angeführtermaßen, aus dergleichen „correſpondirenden Höhen“ ableiten, wobei ſich, wie das folgende Beiſpiel zeigt, zugleich die Richtigkeit der Uhrangabe prüfen läßt.

Nehmen wir, Behufs eines ſolchen Beiſpiels, nämlich einmal an, man habe eines Tages die Höhe des oberſten Sonnenrand-Punctes, Vormittags eben = 24° gefunden, als eine (gewöhnliche, d. h. auf mittlere Sonnenzeit eingerichtete) Uhr $8^h.\ 4'\ 16''$ zeigte, und Nachmittags ſey dieſe Uhrzeit, im Augenblicke der nämlichen Sonnenhöhe, 3^h ($= 15^h$) $53'\ 12''$ geweſen: ſo hat ſich, wie man ohne weiteres zugibt, der (mit jenem Puncte natürlich zugleich culminirende) Mittelpunct der Sonne um

$$\frac{8^h\ 4'\ 16'' + 15^h\ 53'\ 12''}{2} = 11^h\ 58'\ 44''$$

im Meridian befunden, als die Uhr letztere Zeit angab; dieſe Uhr zeigte im Augenblicke des wahren Mittages jene $11^h\ 58'\ 44''$, alſo $1'\ 16''$ weniger als 12. Nun ſey die Zeitgleichung (ſ. Gleichung der Zeit, S. 653) am ſelbigen Tage aber — $1'\ 20''$ **, alſo 4″ mehr, ſo zeigt die Uhr 4″ zuviel: ſie ſoll in jenem Augenblicke des wahren Mittages, ſtatt der, aus dem obigen arithmetiſchen Mittel dafür folgenden $11^h\ 58'\ 44''$, nur $11^h\ 58'\ 40''$ ſeyn; und ſie muß alſo um die Differenz von 4″, um welche ſie ſolchergeſtalt gegen richtige mittlere Zeit vorgeht, corrigirt werden. — Man erlangt alſo, wie ich zunächſt darthun wollte, durch Anwendung dieſer Methode, welche, ſtatt unſerer Einſchränkung auf nur zwei Beobachtungen, in gleich begreiflicher Art, auf ganze Reihen ſolcher Beobachtungen ausgedehnt werden kann, in der That den doppelten Vortheil, der Ermittlung des Culminations-Momentes und der Prüfung der Uhr (auf eine andere ihrer gewöhnlicheren Anwendungen führt mich d. A. Mittagslinie).

Dabei wird indeß, wie geſagt, und wie man auch leicht einſieht, vorausgeſetzt, daß das beobachtete Geſtirn während der Zwiſchenzeit keine Veränderung ſeiner Abweichung, worauf ich bevorwortetermaßen nun komme, erlitten habe (daß es im nämlichen Parallel geblieben ſey), welches ſtreng nur von den Fixſternen, keineswegs aber namentlich von der, im vorangehenden Beiſpiele betrachteten Sonne gilt. Hat z. B. die nördliche (die Anwendung auf den Fall ſüdlicher Abweichung, oder einer Abweichungsverminderung iſt leicht gemacht) Abweichung dieſes Geſtirns während der obigen Zwiſchenzeit von 8 Uhr Morgens bis 3 Uhr Nachmittags (15 Uhr) zugenommen, ſo erreicht daſſelbe (die Sonne), wie man ſich bei nur einiger Anſtrengung der Einbildungskraft leicht vorſtellig macht, für einen Beobachter auf der entſprechenden, d. h. hier alſo der nördlichen Erdhalbkugel, die nämliche (die „correſpondirende“) Höhe (Nachmittagshöhe) der angegebenen 24° auch etwas ſpäter*; und die oben darauf gerechnete Zeit der $15^h\ 53'\ 12''$

* Zu dieſer „unmittelbaren“ Beobachtung iſt übrigens in den A. A. Culmination und Mittag (Mittagzeit), welche ich zu vergleichen bitte, beſondere Anleitung ertheilt.

** D. h. (l. c.), man muß an dieſem Tage, im Augenblicke des wahren Mittages (des Sonnen-Mittages, der zwölften Stunde der Sonnen-Uhr), 1′ 20″ von 12 abziehen, um die genaue Zeit ($11^h\ 58'\ 40''$) zu heben, welche die (gewöhnliche) nach mittlerer Sonnenzeit eingerichtete (Pendel- oder Taſchen-) Uhr zugleich zeigen ſoll.

* Die Sonne hat ſich, bei zunehmender nördlicher Abweichung, dem Nordpole genähert: ihre Höhe iſt alſo für den Beobachter auf der nördlichen Halbkugel, im entſprechenden Nachmittagsvertical größer als im Vormittagsvertical; und die „correſpondirende Höhe“ findet ſich erſt in einem ſpäteren (weſtlicheren) Vertical. — Dieſe Auseinanderſetzung zeigt zugleich, daß die obige Correction für die Zeit der Solſtitien überflüßig wird.

iſt etwas zu **groß** (die Sonne hat wegen des **Wachſens** der **nördlichen** Abweichung, für den auf **derſelben** Erdhalbkugel angenommenen Beobachter, etwas **mehr** Zeit gebraucht, um von der **Vormittagshöhe** zur „correſpondirenden“ **Nachmittagshöhe** hinab zu ſinken, als ohne die Abweichungsveränderung der Fall geweſen ſeyn würde). Setzen wir, der, dieſer Abweichungsveränderung entſprechende (wie man übrigens leicht einſieht, freilich nie bedeutende) Fehler in Zeit betrage z. B. 4″* (die Nachmittagszeit ſey um ſoviel zu **groß**), ſo muß in der obigen Rechnung offenbar, ſtatt $15^h\ 53'\ 12''$, auch nur $15^h\ 53'\ 8''$ (dieſe 4″ **weniger**) zu ſtehen kommen, und die geſuchte **Uhrzeit des wahren Mittags** wird dadurch um $\frac{4''}{2} = 2''$ kleiner (ſtatt $11^h\ 58'\ 44''$ nur $11^h\ 58'\ 42''$, auf welche **letztere** Zeit ſodann das vorauf erklärte weitere Verfahren anzuwenden iſt).

Dieß iſt nun die „**Methode der correſpondirenden Höhen**“, deren Anwendung auf die **Sonne**, als die gewöhnlichſte und, bei dem nachgewieſenen gleichzeitigen Gebrauche zur Uhrenprüfung, auch nützlichſte, ich deßhalb beſonders hervorgehoben habe, welche aber offenbar nicht weniger auf **jedes** andere Geſtirn: Mond, Planeten, Fixſterne, ausgedehnt werden kann. Das Princip des Verfahrens, namentlich der dabei anzubringenden Correction wegen der Abweichungsveränderung, hoffe ich **meinen** Leſern vollkommen klar gemacht zu haben; und darauf kam es mir weſentlich auch nur an: — den **Praktiker** aber, welcher Mehr, beſonders die Entwicklung der betreffenden, in der Note nur angedeuteten Differentialformeln verlangt, ...

* Wie iſt das, was ich ſolchergeſtalt bloß poſtulire“, aber aus den Umſtänden ſelbſt wirklich zu ermitteln? — Man kennt den Betrag der Veränderung der Abweichung der Sonne für jeden beſtimmten Tag (für die 24 Stunden), und findet daraus durch bloße Regel-de-tri, zunächſt den Betrag dieſer Veränderung für das Zeit-Intervall zwiſchen den beiden Beobachtungen (in unſerm Beiſpiele für die (nahe) 8 Stunden zwiſchen 8 Uhr Morgens und 3 Uhr 53′ Nachmittages): um dieſen Betrag iſt alſo die (nördliche) Abweichung der Sonne bei der **Nachmittags**-Beobachtung **größer**; und hieraus ſoll man ſodann den Einfluß auf die **Zeit** letzterer Beobachtung ableiten.

Die „**Zeit**“ einer Sonnenbeobachtung ergibt ſich aber aus dem **Stundenwinkel** (ſ. d. A.): wenn die Sonne in ihrem Parallel z. B. 15° vom Meridian abſteht, d. h. wenn ihr „Stundenwinkel“ 15 **Grad** beträgt, ſo macht Dieß in **Zeit** 1 Stunde u. ſ. w. Dieß wiſſen meine Leſer. Der „Stundenwinkel“ hinwiederum folgt, wie man ſich leicht verſinnlichet, aus dem, durch das Complement der geographiſchen Breite des Beobachters, das Complement der Sonnenhöhe (**beide** bei **beiden** Beobachtungen die **nämlichen**) und das Complement der, alſo **allein veränderten Abweichung** gebildeten Triangel; und wenn ſich die **Abweichung** alſo **nicht** geändert hätte, ſo würden die, „correſpondirenden Höhen“ entſprechenden Stundenwinkel natürlich auch gleich ſeyn. Da ſie, wegen dieſer Abweichungsveränderung, aber nun **ungleich** ſind: da die Sonne bei der **Nachmittags**beobachtung dieſelbe (die „correſpondirende“) Höhe erſt in einem **weiter** vom Meridian abſtehenden **Stundenkreiſe** (vergleiche d. A.), auf welchen ich mich hier ſtatt vorher auf den Verticalkreis beziehe, als bei der **Vormittags**beobachtung erreicht; ſo muß man die entſprechenden **beiden** Stundenwinkel beſonders berechnen (die **beiden** Triangel auflöſen), in **Zeit** verwandeln, und die halbe Differenz, wie oben als Correction des Mittagsmomentes anwenden.

Für Leſer, welche über dieſe Gründe unſeres Correctionsverfahrens recht genau nachdenken wollen, hebe ich nochmals vorzüglich den Umſtand der **Nämlichkeit** der **einen** Seite der aufzulöſenden beiden Triangel: des Complements der geographiſchen Breite, und der **Gleichheit** der **zweiten** Seite: des Complements der Sonnenhöhe, hervor; erwähne aber dagegen einer andern, auf Differentialrechnung begründeten Anweiſung zur Behandlung der nämlichen Aufgabe hier nur hiſtoriſch.

langt, verweiſe ich ſchließlich auf Lalande: „Astronomie“. §. 920 flgd. (d. 2ten Ausgabe), wo ſich gerade dieſer Gegenſtand wieder ſehr ſchön behandelt findet.

Methode der kleinſten Quadrate; „Combinatio observationum minimis erroribus obnoxia“ (Gauß; vergl. hinten); *Méthode des moindres quarrés.* Eine, beſonders in der neueſten Aſtronomie überaus wichtig gewordene Ausdehnung des bekannten Verfahrens des ſogenannten arithmetiſchen Mittels (der Herleitung des Werthes Einer unbekannten Größe aus dem Durchſchnitte verſchiedener dafür gefundenen, unter ſich nicht gleichen Beobachtungsergebniſſe) auf den Fall der Forderung einer ſolchen Herleitung der „Mittel- (Durchſchnitts-) werthe der Unbekannten aus einer größeren Anzahl mehrere ſolche Unbekannte enthaltender und unter ſich wieder nicht übereinſtimmender Gleichungen (Bedingungsgleichungen, vergl. d. A.)*.

Geſetzt, um dieß gleich an einem Beiſpiele recht anſchaulich zu machen, man habe etwann die Länge einer Wegeſtrecke auf das allergenaueſte zu beſtimmen, und finde für dieſe Länge, welche wir, als die zu ermittelnde Unbekannte x nennen wollen, bei einer Meſſung eine gewiſſe Anzahl von Fußen, Zollen, bei einer zweiten, gleich ſorgfältigen („gleiches Zutrauen verdienenden“ *) Meſſung 1 Zoll mehr, bei einer dritten 1¼ Zoll weniger ** u. ſ. w., kurz man finde x bei n Mal wiederholten Meſſun-

* Man muß ſich, um alsbald einen recht deutlichen Begriff von dieſem allerdings nicht leichten Rechnungsverfahren, dem die neueſte Aſtronomie aber einen guten Theil ihrer glänzendſten Erfolge verdankt, zu erlangen, zunächſt an das allgemeine Verhältniß erinnern, welches zwiſchen einer Anzahl unbekannter Größen und der zu ihrer Beſtimmung gegebenen Anzahl von Gleichungen beſtehen kann: entweder nämlich ſind, erſtens, weniger, oder, zweitens, eben ſo viel, oder aber endlich, drittens, mehr Gleichungen, als unbekannte Größen vorhanden. Im erſten Falle bleibt das betreffende Problem unbeſtimmt, im zweiten iſt daſſelbe beſtimmt, im dritten mehr als beſtimmt. Sind aber, in dieſem letzteren Falle, mit dem wir es hier allein zu thun haben, die Gleichungen das Reſultat von Beobachtungen; ſo muß. da dieſe Beobachtungen, welche man eben deßwegen, zur Erlangung eines genaueren Mittelwerthes, ſehr oft wiederholt, doch faſt nie ganz ſcharf unter einander übereinſtimmen, die Folge davon ſeyn, daß die daraus formirten Gleichungen, bei anderer Verbindung, auch faſt nie ein genau übereinſtimmendes Reſultat geben. Iſt dabei von Einer Unbekannten (x) die Rede, für welche man die verſchiedenen, aber gleiches Zutrauen verdienenden (eine Mitbedingung, deren Nothwendigkeit ſich — vergl. auſſerdem hinten — durch bloßes Nachdenken ergibt), z. B. drei Werthe a, a′, a″ ermittelt hätte, ſo ſetzt man, wie geſagt, $x = \frac{a + a' + a''}{3}$; ſind aber ſchon nur zwei Unbekannte (x, y) im Spiele, ſo daß $x + y = a = a' = a''$ gefunden wäre, ſo geht das, wie man wohl ſieht, doch ſo unmittelbar nicht mehr; — und das dann anzuwendende, nun im Texte zu lehrende Verfahren zur Ableitung der angemeſſenſten reſpectiven Mittelwerthe für die zwei Unbekannten aus drei nicht concordirenden Gleichungen, iſt eben unſere „Methode der kleinſten Quadrate“.

* Das bloße Nachdenken lehrt, daß Dieß, wie ich deßwegen auch ſchon in der vorangehenden Note ſo ſorgfältig hervorgehoben habe, Conditio sine qua non iſt; auch liegt dieſe Vorausſetzung allen den folgenden Erörterungen über unſere Methode zu Grunde.

** Wem dieſes Beiſpiel, welches ich gleichwohl nicht ohne gute Abſicht gewählt habe, nicht aſtronomiſch genug vorkommen ſollte, der nehme folgendes, unten nochmals benütztes, anderes Beiſpiel, wo die Polhöhe von Wien bei einer erſten Beobachtung = 48° 12′ 33″, bei einer zweiten und dritten, „ganz eben ſo viel Zutrauen verdienenden“ Beobachtung aber, resp. = 48° 12′ 34″ und = 48° 12′ 35″ gefunden und

gen = a = a' = a'' = a''' u. ſ. w.; ſo hat man alſo für x die n Gleichungen (Bedingungsgleichungen, wie der Begriff in dieſem Artikel definirt iſt) $x = a$, $x = a'$, $x = a''$, $x = a'''$, oder $x - a = o$, $x - a' = o$ u. ſ. w. (eine Geſtalt, welche ich denſelben des gleich Folgenden wegen gebe); — und nimmt demnach für x ganz natürlich das „arithmetiſche Mittel“

$$x = \frac{a + a' + a'' + a''' \ldots\ldots}{n}.$$

Dieſes Verfahren iſt in der Natur der Sache ſelbſt begründet, wird ſchon vom Inſtinct des gemeinen Menſchenverſtandes, welcher gleich eine Fehler-Compenſation ahnt, als das wahrſcheinlich-richtigſte anerkannt, und führt auch, wie die Erfahrung lehrt, insgemein zu dem ſicherſten Reſultate. — Mit ihm alſo haben wir es bevorwortetermaßen zu thun.

Hier iſt jedoch, wie man ſieht, nur von der Ableitung Einer Unbekannten, aus mehreren für dieſelbe gefundenen, unter ſich verſchiedenen Beobachtungswerthen, die Rede, auf welchen Fall das vorgeſchriebene Verfahren eine ſo leichte Anwendung findet; — nun haben wir aber im eben citirten Art. Bedingungsgleichungen die mannichfachen andern Fälle kennen gelernt, in denen der Aſtronom aus einer großen Anzahl ſolcher, unter ſich nicht übereinſtimmenden Gleichungen mit zwei, drei u. ſ. w. Unbekannten, die Mittelwerthe für jede einzelne dieſer, gleichwohl nur in Verbindung gegebenen Unbekannten, abgeſondert herausfinden ſoll. Seyen (vergl. die voraufgehende Anmerk.), in einem ſolchen einfachſten Falle, z. B. für die nur zwei Unbekannten x, y die drei (unter ſich nicht übereinſtimmenden) Gleichungen $x + y = a$, $x + y = a'$, $x + y = a''$*, d. h. wieder des Folgenden wegen, $x + y - a = o$ u. ſ. w. gegeben; ſo kann ich daraus wohl das arithmetiſche Mittel für die Summe der beiden Unbekannten, aber nicht für eine jede einzelne von ihnen herleiten. — Wie iſt alſo dann zu dieſer letzteren Sonderung zu gelangen? wie das Verfahren des „arithmetiſchen Mittels“, unſerer Eingangs aufgeſtellten Forderung gemäß, auf dieſen Fall auszudehnen? — und dieß iſt unſere eigentliche Frage.

Auf den dazu anzuwendenden Kunſtgriff iſt man durch die Bemerkung einer, dem „arithmetiſchen Mittel“ beiwohnenden merkwürdigen Eigenſchaft geleitet worden. Wir hatten oben, in einem Beiſpiele, welches ich hier nochmals benützen wollte, für die drei Gleichungen $x - a = o$, $x - a' = o$ $x - a'' = o$, die numeriſchen (Meſſungs-) Werthe $a = 33$, $a' = 34$, $a'' = 35$ gefunden, und daraus $x = \frac{33 + 34 + 35}{3} = 34$ beſtimmt. Subſtituirt man hiernächſt dieſen arithmetiſchen Mittelwerth in die obigen drei „Bedingungsgleichungen“, d. h. ſetzt man für x, 34, und für a, a', a'' ſucceſſiv 33, 34, 35, ſo werden dieſe Gleichungen dadurch freilich nicht ſämmtlich = o, ſondern man erhält vielmehr $34 - 33 = 1$, $34 - 34 = 0$, $34 - 35 = -1$, welche, ſolchergeſtalt entſtehenden Differenzen wir mit d, d', d'' bezeichnen wollen; aber es ergibt ſich, daß die Summe der Quadrate* dieſer Differenzen, $d^2 + d'^2 + d''^2$, dieſer „Fehler“ (ich ſage ſo, indem, wenn man allemal ganz richtig gemeſſen hätte, offenbar gar keine Differenzen Statt finden könnten,

daraus auf $\left(\frac{33 + 34 + 35}{3} = \right)$ 48° 12' 34'' feſtgeſetzt wurde.

* Ich bereite darauf vor, daß ich ſtatt dieſer, hier nur zur beßren Ueberſicht gewählten einfachſten Ausdrücke, welche, wie man leicht einſieht, bei ihrer Vereinigung, zu bloß identiſchen Gleichungen führen würden, unten die Unbekannten in ähnlicher Art mit Coefficienten verbinden muß, wie dieß im eben allegirten Art. Bedingungsgleichungen geſchieht.

* Ich brauche wohl kaum daran zu erinnern, daß die Erhebung auf eine gerade Potenz, wie oben auf das Quadrat, das Negative poſitiv macht: $-1 . -1$ (ſ. das gleich Folgende) iſt $= + 1^2$. — Leſer, die dieſen Umſtand, welchen ich hier bloß algebraiſch geltend mache, für die Theorie unſerer Me-

d. h. x dann immer denſelben gleichen Werth hätte haben müſſen), wenn alſo auch nicht ganz = 0, doch wenigſtens kleiner iſt, als wenn für x irgend ein anderer Werth angenommen worden wäre, oder, daß dieſe Summe der Fehlerquadrate, wie ſich die Analyſis ausdrückt, ein Kleinſtes*, ein „*Minimum*“ wird. Wirklich gibt in unſerm numeriſchen Beiſpiele, auf welches ich zunächſt hindeute, jede andere, ſtatt (des arithmetiſchen Mittels) 34, ſubſtituirte Zahl eine ſolche größere Summe jener „Fehlerquadrate“: die, bei Anwendung der „arithmetiſchen Mittelzahl“ 34 für x, herauskommende Summe iſt $1^2 + 0^2 + 1^2 = 2$; nimmt man, ſtatt 34, die Zahl 33, ſo ergeben ſich die Differenzen (die „Fehler“) $33 - 33 = 0$, $33 - 34 = -1$, $33 - 35 = -2$, alſo die Summe** der Fehlerquadrate $= 0^2 + 1^2 + 2^2$ ſchon $= 5$; und wenn meine Leſer nun ferner etwann die Zahl 34,5 oder, wie geſagt, jede andere anwenden, ſo werden Sie immer einen größeren Werth der gedachten Summe finden.

Um aber den ſolchergeſtalt nachgewieſenen Zuſammenhang zwiſchen dem „arithmetiſchen Mittel“ und der „Summe der Quadrate“ der bei ſeiner Anwendung noch übrig bleibenden „Fehler“, als den entſcheidenden Punct, ſodann erſt noch weiter nachzuweiſen, wollen wir dieſen Zuſammenhang, auch mit Anwendung auf die obigen allgemeinen Ausdrücke $x - a = 0$, $x - a' = 0$, $x - a'' = 0$, $x - a''' = 0$ darthun: wir haben geſehen, daß die Subſtitution des arithmetiſchen Mittels für x in jene Bedingungsgleichungen zur Folge hatte, daß $d^2 + d'^2 +$ u. ſ. w. oder, da $d = x - a$, $d' = x - a'$ u. ſ. w., $(x - a)^2 + (x - a')^2 + (x - a'')^2 + (x - a''')^2 =$ Minimo wurde; ich werde jetzt zeigen, daß, wenn man vielmehr, letztere Conſequenz zur Präliminär-Bedingung macht, daraus, umgekehrt, für x der Werth des arithmetiſchen Mittels folgt.

In der That leitet die Analyſis, wie ich als bekannt vorausſetzen muß, aus der obigen Forderung: $(x - a)^2 + (x - a')^2 + (x - a'')^2 + (x - a''')^2 =$ Minimo, die Gleichung $2\,(x - a)\,dx + 2\,(x - a')\,dx + 2\,(x - a'')\,dx + 2\,(x - a''')\,dx = 0$ ab, woraus, auf den erſten Blick, wie oben,

$$x = \frac{a + a' + a'' + a'''}{n},$$

d. i., welches ich beweiſen wollte, x = dem arithmetiſchen Mittel, kömmt*. — Es ſteht alſo hiernach allgemein feſt, daß man, um das arithmetiſche Mittel für die Unbekannte zu finden, ſtatt des oben dazu vorgeſchriebenen unmittelbaren Verfahrens, auch nur den Bedingungsgleichen $x = a$, $x = a'$ u. ſ. w. die, deßhalb gleich vorn angewendete Form $x - a = 0$, $x - a' = 0$ u. ſ. w., in welcher ſie die Fehler d, d′ ausdrücken, geben, dieſe reſpectiven Fehler in das Quadrat $(x - a)^2$, $(x - a')^2$.... erheben, und deren Summe $(x - a)^2 + (x - a')^2$..... gleich Minimo ſetzen darf; — und dieſes Verfahren zur Erlangung des arithmetiſchen Mittels läßt ſich nun, wohin wir eben wollten, auch auf

thode weiter verfolgen wollen, verweiſe ich auf Gauß viel citirte „Theoria motus corporum coelestium“. S. 221; ich muß mich bemühen, ohne gleich tiefſinnige analytiſche Erörterungen zu Stande zu kommen: mein Hauptzweck iſt durchgängige größtmögliche Popularität.

* Von dieſem Umſtande führt die Methode, wie ich gleich hervorhebe, eben den Namen der „Methode der kleinſten Quadrate“, welcher Name ſonſt befremden könnte.

** Ich bitte wohl zu merken „die Summe“; nicht einzelne Quadrate, für welche ſich die Sache, wie man auch ſieht, anders verhalten kann. Von dieſer „Summe“ muß auch die Rede ſeyn, da ſich die Betrachtung auf alle (auf die Summe der) Beobachtungswerthe, nicht auf einen einzelnen, beziehen ſoll.

* Man macht mich darauf aufmerkſam, daß dieſer ſo einfache und ſo ſchöne Beweis, deſſen Ehre ich mir bis jetzt allein beigemeſſen hatte, ſchon vor mir von dem bekannten Franzöſiſchen Geometer Legendre in ſeiner „Nouvelle Méthode pour la détermination des orbites des Comètes“. Paris. 1806. gr. 4. S. 75. gegeben worden iſt.

die Bedingungsgleichungen mit **mehreren** Unbekannten, für welche das **gewöhnliche** Verfahren, angeführtermaßen, nicht mehr zureicht, zur Darſtellung des arithmetiſchen Mittelwerthes **jeder einzelnen** dieſer mehreren Unbekannten anwenden. Seyen alſo, zum Nachweiſe dafür, gleich wieder die **drei**, unter einander nicht concordirenden, numeriſchen Bedingungsgleichungen mit nunmehrigen **zwei** Unbekannten (und in welchen Gleichungen ich, zur Vermeidung bloß **identiſcher** Schlußausdrücke, bevorwortetermaßen', Coefficienten habe mit auftreten laſſen müſſen):

$$\begin{aligned} x + y &= 4, \\ 2x + y &= 7, \\ x + 3y &= 12^*, \end{aligned}$$

gewählt; ſo gebe ich ihnen, wie oben zunächſt die Geſtalt:

$$\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 2x + y - 7 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= 0, \end{aligned}$$

in welcher ſie eben die Differenzen, die „Fehler“ ausdrücken, deren Quadrate ſummirt und, ſolchergeſtalt ſummirt, als ein Minimum behandelt werden ſollen, erhebe ſie demgemäß auf das Quadrat, und ſetze ſodann dieſe „Summe der Fehlerquadrate“ $(x + y - 4)^2 + (2x + y - 7)^2 + (x + 3y - 12)^2 =$ Minimo. Die Analyſis ſchreibt aber, wie ich wieder als bekannt annehmen muß, zur Behandlung einer **ſolchen** Gleichung mit **zwei** Unbekannten nun weiter vor, den Ausdruck ſucceſſiv in Bezug auf die eine und dann auf die andere Unbekannte zu differentiiren, und jedes der dabei herauskommenden beiden Differentiale für ſich $= 0$ zu ſetzen, welches $2(x + y - 4)\,dx + 2(2x + y - 7)\,2\,dx + 2(x + 3y - 12)\,dx = 0$, und $2(x + y - 4)\,dy + 2(2x + y - 7)\,dy + 2(x + 3y - 12)\,3\,dy = 0$, oder, nach der Reduction,

$$\begin{aligned} 6x + 6y - 30 &= 0, \text{ und} \\ 6x + 11y - 47 &= 0^{**}, \end{aligned}$$

alſo jetzt nur noch **ſo viel Gleichungen als Unbekannte** gibt, welche Wirkung des angewendeten Verfahrens ich alsbald ganz beſonders hervorhebe. Denn nach dieſer ſolchergeſtalt bewirkten Vereinigung der gegebenen mehreren Bedingungsgleichungen in nur eben noch ſo viele Finalgleichungen, als gerade auch **Unbekannte** vorhanden ſind, hat die Ableitung der letzteren, durch das gewöhnliche Eliminationsverfahren, keine Schwierigkeiten mehr, wie man denn mit Einem Blicke auf unſer Beiſpiel ſieht, daß x daraus $= 1^3/_5$, und $y = 3^2/_5$ kommt.

Die Formation der zur Ableitung **dieſer** reſpectiven numeriſchen Werthe von x und y angewendeten beiden Finalgleichungen iſt nun aber, wie ich ſo ſorgfältig bemerkt habe, zugleich nur unter der Bedingung des „**arithmetiſchen Mittels**“ für **jeden** jener beiden Werthe bewirkt worden, für welches arith-

* Ich entnehme dieſe 3 „**Bedingungsgleichungen**“, über deren Entſtehung unter dieſer oder einer ähnlichen Form ich übrigens nochmals auf den genannten Artikel verweiſe, aus meiner Inaugural-Diſſertation über den vorliegenden Gegenſtand: „**Betrachtungen über die Methode der kleinſten Quadrate**“. Görlitz. 1820. 8. S. 3. flgd.

** Das Darſtellungsgeſetz dieſer Final-Gleichungen läßt ſich auch durch die Vorſchrift ausdrücken: **alle Glieder jeder der urſprünglichen Gleichungen ſucceſſiv durch den Coefficienten der betreffenden Unbekannten in ihr, mit ſeinem Zeichen genommen, zu multipliciren, die Summen der Producte zu machen, und jede dieſer Summen = 0 zu ſetzen.** Multiplicirt man, dieſer Vorſchrift gemäß, in der That, z. B. in unſeren 3 Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 2x + y - 7 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= 0, \end{aligned}\right\}$$

in der erſten und dritten mit 1, und in der zweiten mit 2, als den jedesmaligen Coefficienten von x, ſo wird erhalten: . . . .

$$\left\{\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 4x + 2y - 14 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= 0, \end{aligned}\right.$$

woraus, wie im Texte . . . . $6x + 6y - 30 = 0$

kommt; — und in dieſer Art wird, wie ich an einem hinten folgenden zweiten

metiſche Mittel wir oben als Criterium den Umſtand kennen gelernt haben, daß ſich, nach ſeiner demnächſtigen Subſtitution in die betreffenden urſprünglichen Gleichungen, die „Summe* der Fehlerquadrate" (der Quadrate des dann in dieſen Gleichungen ungetilgt Bleibenden, nicht auf 0 Gebrachten) kleiner, als bei Subſtitution jedweder andern dafür zu wählenden Zahl, ergeben muß. Subſtituirt man demnach die obigen Werthe $x = 1\frac{3}{5}$, $y = 3\frac{2}{5}$, in die Gleichungen:

$$\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 2x + y - 7 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= 0, \end{aligned}$$

wodurch dieſe Gleichungen ſomit die Geſtalt:

$$\begin{aligned} x + y - 4 &= +1, \\ 2x + y - 7 &= -\tfrac{2}{5}, \\ x + 3y - 12 &= -\tfrac{1}{5}, \end{aligned}$$

erhalten; ſo geht alſo der Beweis, daß jene Werthe nun auch eben arithmetiſche Mittelwerthe geweſen ſind, daraus hervor, daß die Summe $1^2 + (\tfrac{2}{5})^2 + (\tfrac{1}{5})^2$, wirklich kleiner als bei der Wahl und Subſtitution jedes andern numeriſchen Werthes für x und y ausfällt. Um aber bei dieſer Wahl außerdem noch einen Anhaltspunct mehr in der Sache ſelbſt zu finden, wollen wir die urſprünglichen 3 Gleichungen auch noch auf andere, als die angewendete Art combiniren, und die ſolchergeſtalt erwachſenden Werthe mit den unſrigen (jenen „arithmetiſchen Mittelwerthen") vergleichen. Es gibt nämlich die Combination von:

1 und 2, die Werthe $x = 3$, $y = 1$,
1 und 3, $x = 0$, $y = 4$,
2 und 3, $x = 1\frac{4}{5}$, $y = 3\frac{2}{5}$,

durch deren ſucceſſive Subſtitution

$$\left.\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 2x + y - 7 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= -6, \end{aligned}\right\} \quad \left.\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 2x + y - 7 &= -3, \\ x + 3y - 12 &= 0, \end{aligned}\right\} \quad \begin{aligned} x + y - 4 &= 1\tfrac{1}{5}, \\ 2x + y - 7 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= 0, \end{aligned}$$

kommt, und wobei man denn in der That ſieht, daß die Summen der alſo entſtehenden Fehlerquadrate $0^2 + 0^2 + 6^2 = 36$, $0^2 + 3^2 + 0^2 = 9$, $\left(\frac{6}{5}\right)^2 + 0^2 + 0^2 = \frac{36}{25}$, wie dargethan werden ſollte, ſämmtlich größer als die obige Summe der $1^2 + (\tfrac{2}{5})^2 + (\tfrac{1}{5})^2 = \frac{30}{25}$ ausfallen. Dieſe Probe läßt mithin keinen Zweifel, daß die durch unſer Verfahren für x und y gefundenen Werthe auch ganz gewiß die verlangten arithmetiſchen Mittelwerthe, d. h. ſolche ſind, von welchen wir Eingangs dargethan haben, daß ſie, der Natur der Sache gemäß, als die angemeſſenſten, natürlichſten („wahrſcheinlichſten" oder „wahrſcheinlich-richtigſten", wie ich vorn ſage) betrachtet werden müſſen. Man überſieht ſelbſt ohne weiteres, außerdem zugleich, daß dieſe Methode in ſolcher Weiſe, ſtatt zweier Unbekannten, auf welche wir uns der Ueberſichtlichkeit wegen beſchränkt hatten, für jede beliebige Zahl von Unbekannten in Anwendung gebracht werden kann, und auch in dieſer Allgemeinheit, ſtets um ſo genauere Reſultate gewähren wird, jemehr, aus möglichſt genauen Beobachtungen abgeleitete Bedin-

Beiſpiele nochmals zeige, das Verfahren praktiſch (mechaniſch) ausgeführt, wogegen man, bei der, von mir angewendeten Entwicklung, zugleich eine Einſicht in die Theorie (in die Gründe) der Operationen erhält, die man mit den Bedingungsgleichungen vornimmt. Ich ſchmeichele mir, daß meine Leſer nicht gleichgiltig gegen die große Mühe bleiben werden, welche ich, um ſo klar als nur irgend möglich zu ſeyn, auf dieſe Entwicklung verwende.

* Ich wiederhole die ſchon in der vorangehenden Note bevorwortete Bedingung der Summe, indem es ſich offenbar nicht um das Einzelne, ſondern um alle (um die Summe der) Bedingungsgleichungen handelt. Das bloße Nachdenken über die Natur der Sache macht aber die Nothwendigkeit dieſer Rückſicht auch ohnedieß klar.

gungsgleichungen man ihr auf Einmal unterwirft, demgemäß man alſo von ihr in allen Fällen die ſicherſte Auskunft zu erwarten hat.

Um jedoch auch für dieſe Ausdehnung auf dergleichen Fälle mit mehr als zwei Unbekannten, ein Beiſpiel beizubringen, welches ich außerdem in noch anderer Abſicht ſchon vorn verſprochen hatte, wähle ich ein ſolches aus Gauß bereits oben citirter „Theoria motus corporum coelestium“. S. 219. welches Er dort ſelbſt mit den Worten einleitet: „Ut disquisitiones praecedentes per exemplum illustrentur, supponamus, per observationes, in quibus (man vergl. die dießfallſige, gleich Eingangs gemachte Bevorwortung) *praecisio aequalis praesumenda sit*, inventum esse“:

$$\begin{array}{rcl} p - q + 2r - 3 &=& 0, \\ 3p + 2q - 5r - 5 &=& 0, \\ 4p + q + 4r - 21 &=& 0, \\ -p + 3q + 3r - 14 &=& 0; \end{array}$$

ſo multiplicirt man alſo, unſerer oben ertheilten Vorſchrift gemäß, zuerſt mit dem Coefficienten von p, mit ſeinem Zeichen genommen, in jeder Gleichung jedes Glied derſelben, und erhält auf dieſe Weiſe die vier Ausdrücke:

durch deren Summirung die erſte der drei, hier für drei Unbekannte zu formirenden Finalgleichungen erhalten wird .

$$\left.\begin{array}{rcl} p - q + 2r - 3 &=& 0, \\ 9p + 6q - 15r - 15 &=& 0, \\ 16p + 4q + 16r - 84 &=& 0, \\ p^{*} - 3q - 3r + 14 &=& 0, \\ \hline 27p + 6q \quad „ \quad - 88 &=& 0. \end{array}\right\}$$

Auf die nämliche Weiſe werden, ſucceſſiv mit den Coefficienten von q und r multiplicirend u. dann ſummirend,

die beiden andern Finalgleichungen . . $6p + 15q + r - 70 = 0,$

und . . . . . „ $q + 54r - 107 = 0$ gebildet.

Mit jener erſten Gleichung: . . . . . $27p + 6q$ „ $- 88 = 0$ verbinde man hiernächſt, der Elimination wegen, die dritte, nachdem man ſie mit -6 multiplicirt hat . . . „ $-6q - 324r + 642 = 0$, woraus durch Addition kommt . . . . $27p - 324r + 554 = 0.$

Sodann verbinde man mit der zweiten Gleichung: $6p + 15q + r - 70 = 0,$

* Der Coefficient von p iſt hier nämlich -1, auf welchen Umſtand ich bei der Wahl des Beiſpiels beſonders mit Rückſicht genommen habe. — Ich finde indeß, was dieſe Art der Bildung der Finalgleichungen betrifft, angemeſſen, auch noch hinzuzufügen, wie ſich Laplace im „Essai philosophique sur les Probabilités“ (4te Aufl. Paris. 1819.) darüber ausdrückt. „Si l'on a un grand nombre *d'équations de conditions*“, heißt es daſelbſt, S. 94. und 99. „on les combine de manière à obtenir *autant d'équations finales* qu'il y a *d'inconnues*; mais quelle est la manière la plus avantageuse de cette combinaison? La condition du *minimum* de la *somme des carrés* des erreurs détermine le système des coefficiens qu'il faut adopter pour cet effet: on forme une *première équation finale*, en multipliant chaque terme de *chaque équation de condition* par le coefficient de la première inconnue dans cette équation, pris avec son signe, et en réunissant toutes ces équations ainsi multipliées; on forme une *seconde* équation finale, en employant de même les coefficiens de la seconde inconnue; — et ainsi de suite“. Dieß iſt aber eben die im Texte von uns gegebene und, in allem Detail, aus der Bedingung des „Minimums“ für die „Summe der Fehlerquadrate“ abgeleitete Regel.

wieder die, vorher mit — 15 multiplicirte dritte Gleichung: . . . . . . „ $-15q - 810r + 1605 = 0$,

woraus durch abermalige Addition . . . . . . 6 p „ $-809r + 1535 = 0$

kommt. Letzteres Reſultat aber mit — 4,5 multiplicirt, bringt . . . . $-27p + 3640,5r - 6907,5 = 0$.

Addirt: „ $3316,5r - 6353,5 = 0$,

und alſo . $r = \frac{6353,5}{3316,5} = 1,916$.

Bei Fortſetzung dieſer Rechnung, welche Fortſetzung ich nunmehr meinen Leſern ſelbſt anheim gebe, werden Sie ferner . . . . $q = . . . 3,551$, und endlich . . . . $p = ... 2,470$ finden, und ſind demnach dieſergeſtalt, wie beim erſten Beiſpiele, im Beſitze von Werthen: „arithmetiſchen Mittelwerthen“, der Unbekannten, welche „Mittelwerthe“, als ſolche, den vier für dieſe drei Unbekannten gegebenen, ſtrenger unter einander nicht concordirenden Gleichungen, ein Genüge leiſten.

Mit dieſer Bezeichnung, welche eigentlich die ganze voraufgehende Charakterdarſtellung unſerer „Methode der kleinſten Quadrate“ reſumirt, beſchließe ich denn aber auch die rechnenden Entwicklungen, um nur noch einige hiſtoriſche und literariſche Notizen hinzuzufügen.

Die Erfindung dieſes, dem menſchlichen Geiſte zur großen Ehre gereichenden, ſchweren Rechnungsverfahrens darf nämlich (und zwar faſt gleichzeitg) einem Deutſchen und einem Franzoſen: unſerm trefflichen Gauß, und dem Verfaſſer der ſchon oben ewähnten Schrift „Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des Comètes.“ Paris. 1806. 4. — Legendre, beigemeſſen werden. Gauß verbreitet ſich ausführlich darüber in der ebenfalls angeführten „Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientium“. Hamburg. 1809. 4. S. 205. flgd., jedoch S. 221. dieſes Werkes ſelbſt einräumend: „Ceterum principium nostrum, quo jam inde ab anno 1795 usi sumus, nuper etiam a clar *Legendre* in opere *Nouvelles méthodes* pp. prolatum est, ubi plures aliae proprietates (vergl. vorn) hujus principii expositae sunt“. Späterhin hat Er noch eine eigene Schrift „Theoria *combinationis observationum minimis erroribus obnoxiae*“ (ich habe dieſen Ausdruck für die Methode, mit Verweiſung hierher, Eingangs angewendet). Göttingen. 1823. 4. darüber an das Licht treten laſſen. Außerdem beſitzt man eine gehaltreiche dießfallſige Abhandlung von Paucker: „Ueber die Anwendung der Methode der kleinſten Quadrate“. Mitau. 1819. 4., welche von Muncke im betreffenden Artikel des „Neues Phſikaliſches Lexicon“. Lpzg. 1825. B. 1. S. 902 flgd. benützt worden iſt. Vortrefflich ſind ferner die Betrachtungen, welche (ich habe ſchon in einer vorangehenden Note darauf hingewieſen) Laplace im „Essai philosophique sur les Probabilités“. 4te Aufl. Paris. 1819. 8. S. 94. flgd. darüber anſtellt. Außerdem verdienen Beachtung die Entwicklungen von Biot: „Traité d'Astronomie physique“. 2te Aufl. Paris. 1811. 3 B. 8. II. 203. flgd. — und von Piazzi: „Aſtronomie“. Deutſch von Weſtphal. Berlin. 1822. B. II. S. 127. flgd. Populär aber endlich habe ich den Gegenſtand zuerſt in der oben angeführten Inaugural-Diſſertation zu behandeln gewagt, auf welche die gegenwärtige Arbeit begründet iſt, von der ich ſchließlich hoffe, daß ſie keinen billigen Anſpruch unbefriedigет laſſen wird.

Mikrometer; Micrometrum; *Micromètre* (μικρος klein, μετρω meſſen). Jedes Inſtrument zur Meſſung ſehr kleiner Dimenſionen. Sind die Gegenſtände, auf welche ſich dieſe Dimenſionen

beziehen, zugleich weit entfernt, ſind es Geſtirne, namentlich Planeten, und will man z. B. deren ſcheinbare, ſehr kleine Durchmeſſer durch eine ſolche Meſſung beſtimmen; ſo verbindet man die mikrometriſche Einrichtung mit einem Fernrohre. Unter dieſem aſtronomiſchen Geſichtspuncte * haben wir die Sache hier zu erörtern.

Meine Leſer wiſſen aus der Theorie der Fernröhre (namentlich S. 425 und 426), beſonders des aſtronomiſchen Fernrohres („Refractors“ im engeren Sinne), auf welches ich meine Betrachtungen hier beſchränke, daß man durch das Ocular eines ſolchen Inſtrumentes nicht mehr den betrachteten Gegenſtand unmittelbar, ſondern nur das von demſelben vermittelſt der Objectiv-Linſe, im Innern der Röhre, um den Brennpunct her (im „Brenn-Raume“), entſtehende „Miniaturbildchen“ ** ſieht: dieß Bildchen wird zwar, es ſey denn, daß man daſſelbe, etwann mit einem weißen Papierblatte oder etwas dem Aehnlichen, auffange, nicht ſelbſt wahrgenommen; aber die Strahlen davon kommen doch (wohl zu merken, unter dem vergrößernden Einfluſſe, welchen das Ocular vorher noch darauf ausübt) ſo in das Auge, als wenn dieß Bild in der angegebenen Art aufgefangen und verwirklicht wäre: der betreffende Gegenſtand ſtellt ſich in der Erſcheinung dieſes Abbildes dar; und wenn man ihn, wozu nun eben unſer „Mikrometer“ dienen ſoll, ſelbſt zu meſſen denkt, ſo mißt man vielmehr wirklich nur dieſes, ſein (wenn gleich, wie geſagt, auch nicht eigentlich, ſondern nur als Luftbild, vorhandenes, d. h. nicht „aufgefangenes“) Bild *, ſeine Erſcheinung im Brennraume, allwo es geſehen werden ſollte, wenn wir daſſelbe nicht (vergl. wieder Fernrohr, S. 438. und hinten) in unſerer Einbildung an den Himmel verſetzten, d. h. auf den Gegenſtand ſelbſt bezögen.

Nun habe ich aber gleich Eingangs, als Beiſpiel der Anwendung „mikrometriſcher Meſſung“, namentlich die Beſtimmung der ſcheinbaren Durchmeſſer der Geſtirne, d. h. doch der Anzahl von Minuten, Secunden bezeichnet, welche dieſe Durchmeſſer im Bogen der eingebildeten Himmelshohlkugel (eines größten Kreiſes) ſelbſt faſſen; wie iſt, um durch weitere Verfolgung deſſelben Beiſpiels, nur

* Die Verbindung des „Mikrometers“ mit dem Mikroſkop, in welcher Verbindung es zur Meſſung ſehr kleiner naher, durch das letztere Inſtrument bequemer zu betrachtenden Gegenſtände dient, gehört eigentlicher in die Phyſik. Indeß könnte man die Ocularlinſe eines aſtronomiſchen Fernrohres allerdings auch als ein „einfaches Mikroſkop“ bezeichnen, durch welches man das (vergl. oben) im Brennraume des Inſtruments entſtehende Geſtirnbildchen betrachtet und ſomit vergrößert wahrnimmt. — Der beſondere Art. Mikroſkop führt mich hierauf zurück.

** Ich komme auf dieſes „Bildchen“, wie geſagt, im folgenden Art. Mikroſkop zurück, den ich zu vergleichen bitte.

* So iſt Lalande's („Astronomie.“ 2te Aufl. §. 2346.) Definition: „Le micromètre est un instrument pour mesurer la grandeur de *l'image* des objets observés par le moyen des lunettes astronomiques“ zu verſtehen: der durch das aſtronomiſche Fernrohr wahrgenommene Gegenſtand (z. B. wieder der Planet) wird vom Auge nur als dieß Bild empfunden (geſehen), welches ſich aber, angeführtermaßen, im Brennraume erſt wirklich darſtellt, wenn man daſelbſt, um es aufzufangen, nun etwann ein weißes Papierblatt hinhält; man gewahrt (und mißt) den Gegenſtand (das Geſtirn) nicht mehr, wie er vom bloßen Auge unmittelbar am Himmel beobachtet werden würde, ſondern in ſeinem, durch das Objectiv, vermittelſt der Strahlenvereinigung, im Innern der Röhre entworfenen Abbilde (Luftbilde), welches alsbald ſichtbar erſt vermittelſt des Auffangens wird, und welches man durch das, wie ein einfaches Mikroſkop vergrößernde (convexe) Ocular betrachtet. Ich bin bei dieſer Entwicklung ſo ſorgfältig, weil ich weiß, wie ſchwer viele Leſer auf die Forderung der „mikrometriſchen Meſſung eines Bildes“ eingehen, von deſſen wirklichem Daſeyn Sie unmittelbar doch Nichts überzeugt.

erſt von der Sache überhaupt einen recht deutlichen Begriff zu geben, aus dem „mikrometriſchen“ Maße des Bildchens im Brennraume: des Durchmeſſers dieſes Geſtirnbildchens, auf die verlangte wirkliche Zahl von Minuten, Secunden, zu ſchließen, welche derſelbe Durchmeſſer in ſolchem Maße am Himmelsgewölbe einnimmt? Dieß „Bildchen“, ſetzen wir etwann des Mondes, welcher uns unmittelbar am Himmel doch ſchon als eine bedeutendere Scheibe erſcheint, zeigt ſich (bevorwortetermaßen und wohl zu berückſichtigen, abgeſehen von der Vergrößerung, welche es wegen ſeiner Betrachtung durch das Ocular erfährt), wie man beim erwähnten wirklichen Auffangen mit einem Papiere gewahr wird, ganz ungemein klein: die Brechung, welche die vom Geſtirn ſelbſt herkommenden Lichtſtrahlen im Objectiv erfahren, haben ihnen natürlich einen ganz andern Weg angewieſen, und die Dimenſionen des Abbildes gegen die Dimenſionen, welche der unmittelbare Himmelsanblick gewährt, ſind dadurch natürlich verändert; wie iſt alſo zu verfahren?

Zur Beantwortung dieſer Frage ziehe man zuvörderſt in Betracht, daß, wieviel kleiner dieß Bildchen* auch ausfalle, es doch immer ſeinem Gegenſtande proportional bleiben muß: ein ſolches Bild der Planeten, des Mondes, der Sonne (vergl. Heliometer, S. 746.) muß in dem Verhältniſſe kleiner ſeyn, als ſich dieſe reſpectiven Geſtirne ſelbſt (ihre ſcheinbaren Durchmeſſer) am Himmel kleiner darſtellen: denn das Objectiv „portraitirt“ ſie, wenn ich ſo ſagen darf, im Brennraume alle nach ſeinem nämlichen Verkleinerungsmaße; — und was vom ganzen Bilde gilt, gilt natürlich auch von dem zunächſt nur zu meſſenden Durchmeſſer dieſes Bildes (dieſer abgebildeten Kreisſcheibe des betrachteten Geſtirns). Dieß vorausgeſetzt, hat man nun zur Meſſung des Geſtirnbildes (ſeines Durchmeſſers), und Ableitung der entſprechenden Zahl von Minuten, Secunden im Himmelsbogen folgendes Verfahren anwenden können: Man legt an der Stelle der Brennpuncte der Gläſer (des Brennraumes des Objectivs, indem beim aſtronomiſchen Fernrohre, wie man ſich erinnert, die Brennpuncte beider Gläſer zuſammenfallen) um die Röhre einen, etwann meſſingenen Ring mit einander dergeſtalt gegenüberſtehenden Schraubenmuttern, daß zwei hindurchgehende, auf des Fernrohres Axe ſenkrechte Schrauben im Mittelpuncte jenes Raumes (alſo im Inneren der Röhre, im gemeinſchaftlichen Brennpuncte) mit den Enden genau zuſammen geſchraubt werden können; die Windungen dieſer Schrauben müſſen ſich vollkommen gleich ſeyn. Es finde ſich jetzt das zu beobachtende Geſtirn z. B. im Augenblicke der Culmination, vor dem Fernrohre (ſein Mittelpunct in dem Durchſchnitte des „Fadenkreuzes“), ſo fällt das Bild des Geſtirns, auseinandergeſetztermaßen, in den Brennraum (der Mittelpunct in den Brennpunct), ſtellt ſich (wie ich nun in Betracht ziehe), durch das Ocular vergrößert dar, und wird vom Auge am Himmel da gewähnt (geſehen), wo ſich das Geſtirn ſelbſt zeigt. Man ſtelle alſo beide Schrauben dergeſtalt, daß ihre Enden (Spitzen) den Rändern dieſes Bildes entſprechen (daß zwei diametral entgegengeſetzte Randpuncte mit den Schraubenſpitzen zuſammenzufallen, und daß die letzteren demnach einen Durchmeſſer des Geſtirns, wie daſſelbe alſo wahrgenommen wird, zwiſchen ſich zu halten ſcheinen), und ſchraube hiernächſt die Schrauben gleichmäßig zuſammen; ſo müſſen, nach Maßgabe der vorgeſchriebenen Einrichtung, auch ihre Enden, im Mittelpuncte des Geſtirnbildes zuſammen treffen, und die Anzahl der mit beiden Schrauben dazu

* Ich mache wiederholentlich darauf aufmerkſam, daß ich vom „Bildchen“, wie es ſich bei der Auffangung darſtellen würde, ſpreche, und dabei alſo noch ganz von der, erſt nachher in Betracht zu ziehenden Vergrößerung abſehe, die daſſelbe vermittelſt der Anwendung des Oculars darauf erfährt; die „mikrometriſche Meſſung“ hat es auch in der That nur mit jenem Geſtirn-Bildchen, welches im Brennraume, wenn auch nicht unmittelbar ſichtbar, doch darum nicht weniger wirklich vorhanden iſt, keinesweges aber mit dem Geſtirn ſelbſt, zu thun.

gemachten Umdrehungen (oder, bei der vorausgeſetzten Gleichmäßigkeit der Drehung, die doppelte Zahl der Umdrehungen der einen oder der andern Schraube) gibt den Durchmeſſer des Geſtirnbildes in ſolchen Schraubengängen (Windungen). Vorher muß durch Erfahrung beſtimmt ſeyn, wieviele dieſer Schraubengänge z. B. auf 1 Minute des Himmelsbogens (eines Bogens des größten Kreiſes der eingebildeten Himmelshohlkugel) kommen: man wiſſe etwann, daß der (ſcheinbare) Durchmeſſer der Sonne an einem beſtimmten Tage (denn er iſt bekanntlich veränderlich), in ſolchem Bogenmaße eben 1800″ halte, und man habe, am ſelbigen Tage, für das Sonnenbild, durch unſer Verfahren, 600 Schraubenwindungen gefunden; ſo kommen offenbar auf 1 ſolche Windung 3 Bogenſecunden*.

Ein dergleichen „Mikrometer“ nun heißt nach ſeiner Einrichtung ganz natürlich ein Schraubenmikrometer (Lalande nennt es bloß „Micromètre“ ohne weiteren Beiſatz), und ich habe meinen Vortrag mit demſelben einleiten zu müſſen geglaubt, da es mir den ſchnellſten Begriff von der Sache zu gewähren ſchien. Die Erfindung gehört, um gleich das Hiſtoriſche beizufügen, dem uns ſchon aus d. A. Kometen (S. 926.) bekannten (1710 als Königlicher Aſtronom zu Berlin verſtorbenen) Kirch; und das Princip dieſes Inſtruments (die Schrauben-Anwendung) liegt, angeführtermaßen, nicht weniger dem vollkommenſten neueren Inſtrumente zu „mikrometriſchen“ Meſſungen, dem Heliometer zu Grunde, auf welchen beſondern Artikel ich alſo nochmals verweiſe.

Statt zweier, einander ſolchergeſtalt durch Zuſammenſchraubung gegenſeitig zu nähernden Schrauben, wollen wir uns aber, um nunmehr weiter zu gehen, jetzt ferner nur Eine Schraube denken, mittelſt welcher ſich ein Rahmen mit einem darin ausgeſpannten Faden (etwann von Seide), einem andern im Brennraume unbeweglich angebrachten Faden in derſelben Art nähern läßt; ſo ſieht man ohne weiteres ein, daß dadurch das nämliche Meſſungsreſultat erlangt werden wird; — und dieſes von dem uns vielfach bekannt gewordenen Franzöſiſchen Aſtronomen Picard (1666) angewendete Verfahren gewährt nun die erſte Idee des Faden-Micrometers (Micrometrum filare; *Micromètre filaire*), woraus hernach das, dem älteren Caſſini zugeſchriebene Fadennetz-Micrometer* (Reticulum; *Réticule*) entſtanden iſt. Man ſtelle ſich, Behufs der Einſicht von der Einrichtung und Anwendung eines ſolchen Micrometers, nur erſt eine Anzahl einander paralleler, in einer, durch den Brennpunct ſenkrecht auf des Fernrohres Axe (im Innern der Röhre) gedachten Ebene (dem „Brennraume“) unbeweglich ausgeſpannter Fäden vor, und erhebe das mit einem ſolchem (noch bloß) Faden-„Gitter“ verſehene Fernrohr zu der (immer bekannten) Aequatorshöhe des Beobachtungsortes. Wir wiſſen aber, daß ein Fixſtern, und alſo namentlich ein, auch im Aequator

* Gerade dieſes Beiſpiel habe ich mit zeichnender Erläuterung, auch in dem ſchon citirten Art. Heliometer benützt; ich verwahre mich, manches techniſche Detail, welches mehr für den Praktiker gehört, zu übergehen, aber einen vollkommen klaren Begriff von der Sache ſelbſt muß man, zumal bei Vergleichung jener Zeichnung, nothwendig erhalten. Den einzigen, ſich indeß auch ſchon von ſelbſt ergebenden Umſtand will ich nur noch bevorworten, daß bei dieſer Einrichtung natürlich die Beibehaltung der nämlichen Vergrößerung (die Belaſſung des nämlichen Oculars) vorausgeſetzt wird, indem davon das Maß des Bildes abhängt.

* Man muß dieſes zur Meſſung kleiner Größen am Himmel dienende, durch Verbindung mehrerer Fäden gebildete „Fadennetz“ (oder auch — ſ. oben — bloße „Fadengitter“) nicht mit dem, im Art. Fernrohr, S. 449. angeführten, dort aber nicht ſcharf genug davon unterſchiedenen „Fadenkreuze“ verwechſeln, welches letztere, wie l. c. näher auseinander geſetzt iſt, nur aus zwei, einander im Brennpuncte durch„kreuzenden“, und ſolchergeſtalt lediglich den Mittelpunct des Geſichtsfeldes bezeichnenden Fäden beſteht.

gewählter Firſtern *, bei der Tagesbewegung, z. B. 4 Secunden Zeit gebraucht, um einen Bogen von 1 Minute (4.15'') zu durchlaufen; und wenn demnach ein ſolcher Stern jene Zeit der 4'' anwendete, um von einem Gitterfaden zum nächſten zu gelangen, ſo bewieſe Dieß, daß die Entfernung zwiſchen den beiden Fäden dem Bogen von 1 Minute (eines größten Kreiſes) entſpräche (daß, um wieder den vorn betrachteten Fall hervorzuheben, der Durchmeſſer eines, ſich zwiſchen dieſen beiden Fäden darſtellenden, von ihnen, an ſeinen diametral gegenüberſtehenden Randpuncten ſcheinbar begrenzten Planeten 1 Minute hielte) u. ſ. w. Dieß ſpringt in die Augen. Man durchſchneidet überdieß dieſe (ſolchergeſtalt verticalen) Fäden noch vermittelſt eines transverſalen, durch den Brennpunct gehenden, andern Fadens, oder auch vermittelſt mehrerer demſelben parallelen und alſo auf jenen erſteren perpendicularen (horizontalen) Fäden (wodurch nun, wie man ſieht, die eigentlichere „Netzform“ hervortritt), und befindet ſich ſolchergeſtalt im Stande, die micrometriſche Meſſung auch noch auf andere Umſtände, z. B. auf kleine Declinations-Verſchiedenheiten der betreffenden Geſtirne, auszudehnen, welches meine Leſer wohl gleich ſelbſt einſehen. Dieſe hier bloß, in ihrer Allgemeinheit angedeutete Conſtruction iſt von der Praxis ſpäter auf mannichfache Weiſe variirt worden; ich brauche aber auf dieſe Variationen nicht weiter einzugehen: die Hauptſache dabei kommt offenbar immer auf eine Anzahl von, vorgeſchriebenermaßen, im Brennraume ausgeſpannten, ſich durchſchneidenden Fäden hinaus, davon man einen der Tagesbewegung der Geſtirne parallel ſtellt, um, außer der, zuerſt als Beiſpiel hervorgehobenen Durchmeſſer-Beſtimmung, auch die Meſſung geringerer Verſchiedenheiten (nicht bloß der eben erwähnten Declination, ſondern zugleich) der Rectaſcenſion, bewirken zu können.

* Warum „Firſtern“, und kein anderes Geſtirn? Weil die Firſterne im Fernrohre als untheilbare Puncte erſcheinen, und deßhalb zu der nun oben zu beſchreibenden Beſtimmung beſonders geſchickt ſind.

Letzteren Zweck der Beſtimmung kleiner „Rectaſcenſions“-Verſchiedenheiten erreicht man jedoch, wie ich im beſondern Artikel näher gezeigt habe, noch bequemer durch das Kreismicrometer, worunter man (ſ. l. c.) einen im Brennraume des Fernrohres, ſenkrecht auf deſſen Axe angebrachten Ring („Kreis“) verſteht, von dem man ſich einen Durchmeſſer im (parallel dem) Meridian denken muß: der Eintritt der Geſtirne in den Rand dieſes Ringes, gleichwie ihr Austritt, laſſen ſich ſehr genau obſerviren; und man erhält aus Vergleichung der entſprechenden Uhrzeiten zugleich die Momente des Meridiansdurchganges (der Culmination jener Geſtirne), deren Differenz alſo die verlangte Rectaſcenſions-Differenz in Zeit gewährt. Beiſpiele, wie geſagt, im betreffenden Artikel „Kreismikrometer“ ſelbſt. Wer den „Kreismikrometer“ zuerſt erdacht hat, weiß ich nicht genau anzugeben; vervollkommnet aber iſt derſelbe, wie ich in hiſtoriſcher Rückſicht noch hinzufüge, von dem großen Deutſchen Meiſter optiſcher Inſtrumente, unſerm genialen Frauenhofer.

Dieß wird, im Plane meines Werkes, über die Einrichtung der „Mikrometer“, und die, demgemäß, dadurch auszuführenden aſtronomiſchen Meſſungen, etwann hinreichen. Leſer, welche mehr verlangen ſollten, verweiſe ich namentlich auf die ſchon citirte „Astronomie“ von Lalande, 2te Aufl. B. II. §. 2346 flgd; auſſerdem finden ſich noch andere neueſte mikrometriſche Erfindungen beſchrieben in dem, vom verewigten Wiener Aſtronomen Littrow, für die neue Auflage von Gehler's „Phyſikal. Lexicon“ bearbeiteten, umfangreichen Artikel Mikrometer, wo, wie ich ſchließlich bemerke, auch eine Menge analytiſcher Entwicklungen beigebracht ſind.

Mikroſcop, Vergrößerungsglas; Microscopium; *Microscope* (μικρός, klein, σκοπέω, ich betrachte). Das bekannte Inſtrument, wodurch ſich ſehr kleine, aber nahe Gegenſtände dem Auge deutlich und vergrößert darſtellen: man hat zuſammengeſetzte und einfache, d. h. aus einem einzigen convex-convexen Linſenglaſe beſtehende „Mikroſcope“;

und nur mit dieſen letzteren hat es die Aſtronomie unter dem, ſchon im voraufgehenden Art. Mikrometer angedeuteten Geſichtspuncte zu thun.

Ich mache nämlich immer und immer wieder darauf aufmerkſam, daß durch das aſtronomiſche Fernrohr, auf welches ich dieſe Betrachtung beſchränke, ein betreffendes Geſtirn nicht unmittelbar, ſondern vielmehr wirklich nur in dem Bildchen („Miniaturbildchen“, wie ich im vorangehenden Art. Mikrometer ſage) wahrgenommen wird, welches davon, vermittelſt der Brechung und Zuſammenlenkung der Lichtſtrahlen, die die Objectiv-Linſe (das Vorderglas) bewirkt, im Innern der Röhre, im Brennraume, entſteht: dieſes „kleine“ und „nahe“ Bildchen wird durch die „convex-convexe Linſe“ des Augenglaſes, alſo ganz in der Art, wie es die obige Definition von „Mikroſcop“ verlangt, „vergrößert“ geſehen. Das „Bildchen“ iſt zwar (vergl. Fernrohr, S. 726.), nur als Luftbild vorhanden: um es eben ſichtbar zu machen, müßte man es (die daſſelbe durch ihren Zuſammentritt bildenden Strahlen) an ſeinem Orte (in jenem Raume) z. B. mit einem weißen Papiere auffangen; allein von dieſem bloßen Luftbilde kommen die (nach ſeiner Bildung alldort, nun weiter ſtrebenden) Lichtſtrahlen genau eben ſo als von einem wirklichen Bilde auf das Ocular, und durch dieſes letztere in das Auge des Beobachters, welcher alſo in der That dieſes Glas (dieſe biconvexe Linſe) als ein „einfaches Mikroſkop“ auf das Geſtirnbildchen im Brennraume anwendet.

Verſetzt (gewähnt, erblickt) wird das, in Folge dieſer Betrachtung durch das „Mikroſkop“ der Ocularlinſe ſodann vergrößerte Geſtirnbild darum nicht weniger an das Himmelsgewölbe ſelbſt: wir ſind uns bewußt (Fernrohr, S. 439.), daß ſich der Gegenſtand auſſer der Röhre befindet, und ſuchen und finden ihn daher an ſeinem Himmelsorte; den beſten Beweis aber, daß er es nicht unmittelbar, ſondern daß es nur jenes ſein Bild iſt, welches uns alldort erſcheint, gibt die umgekehrte Geſtalt ab, in der wir ihn alſo gewahren, und welche eben auch das Bild zeigt, wenn man daſſelbe im Brennraume auf die vorgeſchriebene Art ſichtbar macht.

Man ſieht alſo, um das Geſagte ſchließlich nochmals zuſammen zu faſſen, daß die Betrachtung der Geſtirne durch den Refractor ganz eigentlich auf die Betrachtung der von ihnen, vermittelſt der Strahlenvereinigung, welche das Objectiv bewirkt, im Innern der Röhre entſtehenden Bildchen, durch das vergrößernde Mikroſkop der Ocularlinſe, hinauskommt; — und dieß iſt der aſtronomiſche Geſichtspunct für das „Mikroſkop“, den ich ſonſt nirgend aufgeſtellt finde, obgleich vielleicht Nichts geeigneter iſt, die Wirkung des Fernrohrs in das richtige Licht zu ſetzen.

Alles Weitere über das Mikroſkop gehört in die Phyſik, wohin ich, folgerecht, auch wegen der betreffenden hiſtoriſchen und literariſchen Notizen verweiſe.

Milchſtraße, Jacobsſtraße*; **Via lactea, Galaxia**; *Voie-lactée*. Mit dieſem Namen belegt man den, allen meinen Leſern bekannten, weißlichen Sternenſtreifen (den Sternengürtel, die Sternenzone), welcher ſich faſt in der Lage eines größten Kreiſes und in ununterbrochenem Zuſammenhange, ringartig an der ganzen ſcheinbaren Himmelshohlkugel hinzieht, und in ſeinen Sternen-reichſten

* Der Name „Milchſtraße“ kann von nichts anderm als ihrem „milchweißen“ Sternenſchimmer herrühren: meine Leſer wiſſen, was das Alterthum in dieſem Bezuge von der „Milch“ der Juno fabelt; Kant („Naturgeſchichte des Himmels“. 4te Aufl. Zeitz. 1808. gr. 8. S. 8.) bezeichnet dieſe Benennung mit Rechte als „abgeſchmackt“, und ſchlägt dafür „Lichtzone“, „Sternengürtel“, „Glanzſtraße“ vor, wie ich mich dieſer Ausdrücke oben bediene. Mit dem Namen „Jacobsſtraße“ aber haben erſt Spaniſche Mönche dieſe Sternenzone belegt, vorgebend, daß ſie den „Weg zum heiligen Jacob“ bilde. Dieſe Erklärung gibt wenigſtens Bode (der verewigte Berliner Hofaſtronom) „Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels“. 9te Aufl. Berlin. 1823. gr. 8. S. 148.

Gegenden gleichſam einen lichten Hintergrund bildet. Dieſer „Gürtel“, dieſe „Zone“ der „Milchſtraße“ durchſchneidet den Kreis der Ekliptik bei den Füßen der Zwillinge unter einer (ſoweit bei wechſelnder Biegung und Breite von dieſer Beſtimmung die Rede ſeyn kann), von der rechtwinkligen nicht zu ſehr abweichenden Neigung, geht dann *nördlich* durch den Perſeus und die Caſſiopeja, zum Kopfe des Cepheus und zum Schwane, hiernächſt, getheilt in zwei Arme, durch den Fuchs, den Adler, den Sobieski'ſchen Schild, nach dem Bogen des Schützen, und durch den Poniatowski'ſchen Stier und den Arm und Fuß des Schlangenträgers, nahe am Skorpion vorbei; bei dem Sternbilde des Kreuzes kommt ſie dem *ſüdlichen* Weltpole * am nächſten, zeigt ſich hier ziemlich ſchmal, und geht dieſergeſtalt durch das Schiff und, breiter werdend, durch den vordern Theil des Eichhorns, wonächſt ſie die Füße der Zwillinge, als den Durchſchnittspunct mit der Ekliptik, von welchem wir ausgegangen ſind, wieder erreicht. — Stellt man ſich die „Milchſtraße“ in dieſer angegebenen, von der ſenkrechten nicht zu ſehr abweichenden Stellung eines faſt *größten Kreiſes* gegen die (erweiterte) *Ekliptik* vor, und verſinnlichet man ſich zugleich die Erde, wie ſie die letztere (die Ekliptik, ihre *Jahresbahn*) durchläuft; ſo erhellt, daß uns die „Milchſtraße“ auch im *ganzen Jahre*, wenn gleich natürlich in ſehr verſchiedenen Lagen, am (abendlichen oder nächtigen) Sternenhimmel ſichtbar bleiben muß: dieſe ihre wechſelnde Erſcheinung beſchreibt *Bode* im eben citirten Werke, von Monat zu Monat, mit großer Ausführlichkeit; und man kann ſich Rechenſchaft über den Grund und die Art des Wechſels geben, wenn man die Erde in jener ihrer Jahresbahn verfolgt, und hiernach abnimmt, welche Regionen des Himmels uns dabei jedesmal *Nachts* zu Geſicht kommen (*bei* welchen Sternen, und welchen Sternen *gegenüber* die *Sonne* demgemäß jedesmal eben ſteht). Unterſtützt wird man bei Verfolgung dieſes Wechſels durch die mehrfachen *kenntlichen* Sterne, welche, hervorſtechend aus dem „allgemeinen Schimmer“, einzelne Gegenden der „Milchſtraße“ auszeichnen, auf welche Beſonderheit ich unten zurückkomme.

Nach *Plutarch's* („Placita philosophorum“. Lib. III. cap. 1.) Zeugniſſe hat ſchon *Demokrit* den, oben als Charakter der Milchſtraße bezeichneten „weißlichen“ Schein von dem vereinten Schimmer zahlloſer, in ihr enthaltener Fixſterne abgeleitet, welche zu klein ſeyen, um einzeln geſehen zu werden; und auch *Manilius* („Astronomicon“ lib. I.):

„An major densa stellarum turba corona
Contexit flammas, et crasso lumine candet
Et fulgore nitet collato clarior orbis?“

ſpricht, wie man ſieht, die nämliche Muthmaßung aus. Gleich nach Erfindung der Fernröhre aber erklärte *Galilei* („Nuncius sidereus“ in den „Opere“. IV. 331.), auf Grund der Beobachtung (des Augenſcheins), beſtimmt, daß die Milchſtraße in der That aus nichts anderm, als einer ſolchen Vereinigung unzählbarer Fixſterne beſtehe. Dabei drängt ſich, als Hauptumſtand unſerer Betrachtungen über den Gegenſtand, indeß freilich ſogleich die Frage auf, wie es zugehen möge, daß die Fixſterne (die Weltſyſteme) gerade in dieſer Zone ſo gedrängt erſcheinen, dergeſtalt, daß die übrigen Gefilde des Himmels, im Vergleiche dazu, faſt öde ausſehen? Ich habe eine vorläufige Antwort auf dieſe Frage, mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, ſchon im Art. *Fixſterne*, S. 552. verſucht, und auch bereits dort darauf hingedeutet, daß, da eine *ſymmetriſche* Vertheilung der Welten durch den Weltenraum anzunehmen ſey, hierbei wohl eine (vergl. unten), durch unſeren *excentriſchen* Standpunct in dem zur Wahrnehmung

* Dieſe, auf die *ſüdliche* Halbkugel bezüglichen, von *unſern* Standpuncten aus *unmittelbar* natürlich nicht zu erhaltenden Beſtimmungen verdankt man den, mit Beobachtung der dortigen Sternbilder an Ort und Stelle beſchäftigt geweſenen Aſtronomen, unter denen wir ehrend ſchon früher den Franzöſiſchen Himmelsforſcher *Lacaille* ausgezeichnet haben, deſſen dießfallſiges Werk „Coelum australe stelliferum“ bereits 1763 zu Paris in 4to erſchienen iſt.

für den irdiſchen Beobachter kommenden Theile der Unermeßlichkeit jenes Raumes, bedingte optiſche Täuſchung * vorwalten möge. Lambert, in ſeinen vielfach erwähnten „Cosmologiſche Briefe über die Einrichtung des Weltgebäudes". Augsburg. 1761. 8. S. 157; Kant, in der ſchon oben citirten, an den erhabenſten Ideen überreichen „Naturgeſchichte und Theorie des Himmels". 4te Auflage Zeitz. 1808. gr. 8. S. 9. und auch Herſchel „Ueber den Bau des Himmels". Dresden. 1826. 8. passim (vergl. in Bezug auf ihn jedoch hinten) haben dieſe Anſicht, mit deren Entwickelung ich alſo anhebe, ziemlich übereinſtimmend aufgeſtellt, und, unter derſelben Annahme einer ſolchen „ſymmetriſchen" Vertheilung der Syſteme, demnach ſogleich vorausgeſetzt, daß die Sterne der Milchſtraße, in Vergleichung mit den übrigen, nicht, wie es nur das Anſehen habe, wirklich näher beiſammen ſtehen, ſondern daſelbſt in den unergründlichen Tiefen des Himmels in Reihen und Schichten hinter einander liegen (oder, wie ſich Kant ausdrückt, „nicht auf die ſcheinbare hohle Himmelsſphäre neben einander geſetzt ſind, ſondern ſich, in ihren Reihen, einer weiter als der andere von unſerm Auge abſtehend, in den Tiefen des Himmels verlieren")**. „Wenn wir uns (Kant, l. c. ferner) hiernach eine ebene Fläche durch den Sternenhimmel hindurch in unbeſchränkte Weiten gezogen denken, und annehmen, daß die Fixſterne (Syſteme) zu dieſer Fläche eine allgemeine Beziehung ihres Ortes haben; ſo wird ein, dieſer Beziehungsfläche nahes Auge, bei ſeiner Ausſicht in das Sterngefild, an der hohlen Kugelfläche des Firmaments („Innerfläche" wie ich mich ausdrücke, „der ſcheinbaren Himmelshohlkugel") dieſe dichteſte Häufung der Sterne, in der Richtung der gezogenen Fläche, unter der Geſtalt einer von mehrerem Lichte erleuchteten Zone erblicken, wie die „Milchſtraße" eine ſolche Erſcheinung wirklich gewährt. Dieſer lichte Streif wird, wofern der Zuſchauer ſeinen Standpunct im Mittelpuncte der Fläche ſelbſt (oder doch nahe zu) hat, genau (oder doch auch faſt) nach der Richtung eines größten Kreiſes fortgehen; und in dieſer Zone werden dem Auge vorzugsweiſe viele Sterne erſcheinen, welche jedoch, jener ihrer Anordnung in hinter einander fortgehenden Reihen, und der daher zunehmenden Kleinheit ihrer Erſcheinung wegen, nicht alle einzeln, ſondern nur mehr als ein gemeinſchaftlicher Lichtſchimmer wahrzunehmen ſeyn können. Das übrige Himmelsheer, deſſen Beziehung zur alſo gedachten Fläche ſich nach und nach vermindert, oder welches ſich auch dem, ſolchergeſtalt excentriſch gedachten Beobachter näher befindet, wird dagegen mehr zerſtreuet erſcheinen; und es folgt hieraus, indem die Erſcheinung mit der Wahrnehmung übereinſtimmt, daß ſich unſere Sonnenwelt, wenigſtens nahezu, in

* Ich bevorworte ſogleich, daß ich dieſer Hypotheſe unten noch einen andern Erklärungsverſuch folgen laſſe, welcher meiner eigenen Anſicht von der Sache befriedigender entſpricht.

** Nehmen wir, welches wohl dieſe Vorſtellung von der Sache am beſten unterſtützt, und wenigſtens die Möglichkeit einer bloß optiſchen Erklärung darthut, einmal an, man befinde ſich auf einem freien runden Waldplatze, wo viele Baumgänge concentriſch ausliefen, die Bäume alſo auch in dieſer Art reihenweiſe angeordnet wären, und nähere ſich nun, vom Mittelpuncte aus, in welchem erſt Alles uniform erſchien, der Rundung (gelange in eine — ſ. oben — „excentriſche" Stellung); ſo werden uns alsdann diejenigen Baumgänge, denen wir dadurch gerade gegenüber (gekommen) ſind, vorzugsweiſe einzelne Vorderbäume (die obigen ausgezeichneten Sterne) zeigen, während wir die ſeitwärts gelegenen (Baumgänge) mehr oder weniger nach dieſer Seiten-Ausdehnung, alſo nur überhaupt „baumreich" ſehen. — Die Bäume repräſentiren in dieſem Gleichniſſe die Sterne; und einige Anſtrengung der Einbildungskraft wird hinreichen, um daſſelbe, wenigſtens im Allgemeinen, auf den obigen Fall anzuwenden, und ſich die Ueberzeugung zu verſchaffen, daß unſere Stelle im Weltenraume auf die Erſcheinung (vergl. hinten) von Einfluß ſeyn kann, welches ich auch nur zeigen will.

der Ebene der Milchſtraße ſelbſt befinde, in derſelben aber eine excentriſche Stelle einnehme*". — Soweit Kant über dieſe wunderbare Erſcheinung; ich bekenne, daß ich den tiefſinnigen Denker nicht ganz verſtehe, welches indeß den, mit ſeiner Sprache vertrauteren Leſern wohl beſſer gelingt, wogegen ich andere Leſer auf das in der Anmerkung benützte Gleichniß verweiſe, welches, mit Bezug auf das aus optiſchen Gründen zu Erklärende, wenigſtens im Allgemeinſten vollkommen anſchaulich macht, wie eine andere als die centrale Stellung in der Raum-Unendlichkeit der nach Reihen geordneten Firſterne, gewiſſe Regionen dieſes Raumes Sternen- (in unſerm Gleichniſſe „Baum"-) reicher als die übrigen erſcheinen laſſen muß**.

Dieſe, angeführtermaßen, nach Lambert und Kant, Anfangs auch von Herſchel admittirte Annahme einer „excentriſchen Lage unſeres Sonnenſyſtems in der (Kreis-) Ebene der Milchſtraße ſelbſt" (oder doch nahezu), ſcheint alſo der Art. der Erſcheinung, als einer, wie geſagt, bloß optiſchen Illuſion, ein vollkommnes Genüge zu leiſten. Indeß finde ich in meinen Notizen, daß eben Herſchel, wie ich deßwegen auch gleich vorn angedeutet habe, ſpäter doch die vorgetragene rein optiſche Erklärung der Erſcheinungen der Milchſtraße nicht mehr für ganz zureichend erachtet und vielmehr die Meinung ausgeſprochen hat, „dieſe Zone möge wohl aus Syſtemen beſtehen, welche auf eine ganz andere Weiſe als die übrigen gewöhnlichen (vereinzelter erſcheinenden) Firſtern-Syſteme zuſammengeſetzt ſeyen"*; ferner wird dort hinzugefügt, daß ſich demgemäß die Zahl der eigentlichen Centralſterne in der Milchſtraße möglicherweiſe nicht höher als in anderen Himmelsſtellen belaufen-, dagegen aber daſelbſt die Menge der Begleitſonnen (Sternſatelliten) unverhältnißmäßig größer ſeyn könne, wonach ſolchergeſtalt die beſondere Sternendichtheit dieſer Zone nicht mehr als eine bloß optiſche Täuſchung, ſondern als eine Realität erſchiene.

Ich habe im Art. Firſterne, S. 563. darauf hingedeutet, daß das Verhältniß der „Begleitſterne" („Sternſatelliten") zu den Centralſternen, unter einem höheren Geſichtspuncte, dem der Monde (als Planeten-„Satelliten") zu ihrem Hauptplaneten, vergleichbar ſeyn möge. Nun nimmt die Zahl dieſer „Planetenſatelliten" (Monde) in einer beſtimmten Region unſeres Syſtems (in der zweiten Gruppe) auf Einmal auch ſehr zu: Jupiter hat 4, Saturn 7, Uranus wahrſcheinlich noch mehr Monde; wogegen eine andere Region (die erſte Gruppe) nur einen einzigen (den Erd-) Mond aufzuweiſen hat. Dieſer Analogie gemäß iſt die obige Annahme einer Region am Firſternhimmel, in welcher, ähnlichermaßen, die Zahl der Sternſatelliten unverhältnißmäßig größer wäre, als in dem übrigen Raume des Univerſums (des zu unſerer Wahrnehmung kommenden Theiles der Unendlichkeit) gar nicht ohne große innere Wahrſcheinlichkeit; und die Beobachtung bezeichnete alſo die Milchſtraße als dieſe Region. Dieſe Hypotheſe ſchließt ferner die Eingangs behauptete ſymmetriſche Vertheilung der Syſteme (der Centralſterne ſammt ihren Satelliten) und ihrer Anordnung nach Reihen, nicht aus: es fände ſich danach, wie geſagt, vielmehr nur die Satellitenzahl in der Milchſtraße in ähnli-

* Der gleich Eingangs hervorgehobene Umſtand, daß uns die „Milchſtraße" nur „faſt", nicht genau wie ein „größter Kreis" erſcheint, zeugt, unter Vorausſetzung der Richtigkeit der Hypotheſe überhaupt, für dieſe Excentricität.

** Dieß Gleichniß eines Waldplatzes mit concentriſch auf denſelben auslaufenden Baumgängen, auf welches ich, ſeiner von mir vermeinten Anſchaulichkeit wegen, nochmals zurückkomme, ſchließt, wie man ſieht, auch die Rundſchau und die gedrängte Erſcheinung der Bäume (Sterne) nirgend aus, und erklärt vielmehr zugleich das „Hervorſtechen" einzelner Bäume (Sterne), denen der excentriſche Beobachter näher ſteht, welchen Umſtand ich deßwegen ſchon oben, mit Verweiſung hierher, beſonders bemerklich gemacht habe.

* Philos. Transact. für 1811 und 1821 passim.

chem Verhältniſſe größer, als die Zahl der *Monde* in der zweiten Gruppe unſeres beſtimmten Syſtems; — die ganze Art der Erſcheinung wird aber, unter dieſer Vorausſetzung, vielleicht einfacher erklärt.

Meinen Leſern bleibt nun die Wahl; ich darf Ihnen die Anſicht, welcher ich den Vorzug gebe, darum nicht aufdringen: „denn“ ſo beendet der wackre Dorpater Aſtronom *Mädler* („Populäre Aſtronomie“. Berlin. 1841. S. 401.) ſeine Betrachtungen über dieſe erhabene Materie, „es gebührt keinem Sterblichen, in einer ſo großen Angelegenheit, den entſcheidenden Spruch zu thun; und wo keins unſerer Maße den Raum, keine Geſchichte die Zeit zu umfaſſen vermag, da darf mithin, ſtatt einer *beſtimmten* Darlegung des Zuſammenhanges, nur eine leiſere Andeutung der mehrfachen *Möglichkeiten* deſſelben erwartet werden“. Auch füge ich daher über die Sache ſelbſt weiter Nichts hinzu, und mache ſchließlich nur nochmals darauf aufmerkſam, daß die *Erſcheinungen* der „Milchſtraße“ in keinem Werke mit ſo großer (für *meinen* Plan freilich nicht zuläßiger) Ausführlichkeit dargeſtellt werden, als in *Bode's* deßhalb auch ſchon oben angeführter „Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels“.

Minute, ſ. zunächſt **Grad**, über deſſen Theilung in 60′ dort das Nähere vorkommt; und vergl. ſodann auch *Stunde*.

Mittag, Mittagsgegend, Süden; **Meridies, Auster, Plaga meridionalis s. australis**; *Midi*, Sud. Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, in welcher, aus *unſeren* Ländern* betrachtet, die im *Oſten* aufgehenden, bei Beſchreibung ihres Tagbogens ſodann erſt immer höher ſteigenden, und nachher gegen *Weſten* dem Untergang zuſinkenden Geſtirne, ihren *höchſten* Stand über dem Horizonte erreichen. Oder: *Süd* („Mittag“) iſt der Punct (*Mittagspunct*, vergl. d. beſondern Art.) des Horizonts, in welchem letzterer vom Meridian auf derjenigen Seite geſchnitten wird, wo wir (aus „*unſeren*“ Ländern; vergl. die Anmerk.) die culminirende *Sonne* erblicken; und die betreffende Himmelsgegend iſt alſo die „Mittagsgegend“ (der diametral entgegengeſetzte Punct des Horizonts heißt der Nord-, der *Mitternachtspunct*, ſ. ebenfalls d. beſondern Art.*). — Ich füge dieſe zweite Definition gleich hinzu, weil die erſtere, wie man ſie gleichwohl überall findet, in ihrer obigen Ausdehnung auf *alle* Geſtirne, eine Unbeſtimmtheit enthält: der Polarſtern z. B. „erreicht ſeinen höchſten Stand über dem Horizonte“ offenbar *nicht* gegen Süden.

Mittag, Mittagszeit; **Meridies**; *Midi*. Derjenige Moment des Tages, an welchem (vergl. unten) der *Mittelpunct* der *Sonne* ſeinen höchſten Stand hat, ſich im Mittagkreiſe befindet, *culminirt*. Ich habe in dieſem Art. „*Culmination*“, S. 211. gezeigt, daß jener Moment des (*wahren***) Mittages, der Culmination des (weiter durch Nichts bezeichneten) Sonnen-*Mittelpunctes*,

* „Aus *unſeren* Ländern“. Beziehen wir uns, zur augenſcheinlichſten Erklärung dieſer Bedingung, auf den beſtimmten Tagkreis des *Aequators*: er liegt *zwiſchen* „unſeren“ und den Ländern der *entgegengeſetzten* Halbkugel; und gleichwie *wir*, um einen Stern zu ſeinem höchſten Stande *darin* zu verfolgen, das Auge alſo nach *Süden* („Mittag“) richten, muß der Beobachter auf *jener* Halbkugel dazu vielmehr nach *Norden* ſehen.

* *Jeder* Horizont ſchneidet den Aequator im wahren Oſt- und Weſt-Puncte des Beobachters; die, einer- und anderſeits um 90° Grad davon abſtehenden Puncte des Horizonts bezeichnen darin, jener „*Mittag*“, dieſer *Mitternacht* (vergl. *Cardinalpuncte*). Wie vertraut man mit dieſer Vorſtellung auch zu ſeyn glaubt, ſo kann ich deren wiederholte Verſinnlichung doch nicht genug empfehlen.

** Ueber den Unterſchied zwiſchen dem, im gegenwärtigen Art. *allein* zu betrachtenden „*wahren*“- und dem *mittleren* „Mittage“ kann ich mich hier nicht ausführlicher verbreiten, und muß dieſerwegen auf den, unten ohnedieß mehrfach citirten, die *Gleichung der Zeit* betreffenden Vortrag verweiſen.

vermittelſt der Beobachtung der Culminationszeiten des (im — vergl. unten — Antritt immer genau wahrnehmbaren) vorangehenden und des folgenden Sonnen-Randes (aus welcher Zeiten Summe das arithmetiſche Mittel zu nehmen iſt) gefunden wird. Es zeige z. B. eine, beſonders ſorgfältig gearbeitete und ſich dadurch von den gewöhnlichen unterſcheidende, ſtets (genau) nach mittlerer Zeit (d. h. ohne nach der Sonne gerückt zu werden) fortgehende (etwann Pendel-) Uhr* an einem 1ſten Januar im Augenblicke des Eintrittes des vorangehenden Sonnen-Randes in den Meridian (des Antrittes dieſes äußerſten Sonnen-Randpunctes an den, dem Meridian entſprechenden Verticalfaden des Fadenkreuzes vom Objectiv) $12^h\ 3'$, und beim Eintritte des folgenden Randes (ich beſchränke mich auf ganze Minuten) $12^h\ 5'$**; ſo hat der Mittelpunct der (ſich gleichförmig durch den Meridian ſchiebenden) Sonne offenbar culminirt um $\left(\frac{12^h\ 3' + 12^h\ 5'}{2} = \right) 12^h\ 4'$: der wahre Mittag (12 der Sonnen-Uhr) hat Statt gefunden, als die (bezeichnete Pendel-) Uhr jene 4′ mehr zeigte. Nun beträgt die Gleichung der Zeit am betreffenden 1ſten Januar wirklich + 4′* (genauer [vergl. d. A. S. 658] + 3′ 48″); und die Beobachtung des (wahren) „Mittages“, überzeugt uns alſo vom richtigen Uhrgange, welches zugleich ein Beiſpiel des Nutzens ſolcher Beobachtungen gewährt (eine andere Anweiſung dazu im Art. Methode der correſpondirenden Höhen).

Die Aſtronomen zählen ihre Stunden von (vergl. unten) einem „Mittage“ bis zum nächſt folgenden, von 0 bis 24, in Einem fort. Nach der bürgerlichen Rechnung dagegen, welche den Tag bekanntlich von Mitternacht anfängt, und nur bis 12 zählt, trifft der „Mittag“ auf das Ende der ſo gezählten 12ten Stunde: die 12 erſten Stunden heißen dabei Vormittags-, die 12 letzten Nachmittags-Stunden (vergl. Stunde); und „Mittag“ fällt demnach in die Mitte des Tages, oder der Zeit, welche die Sonne über dem Horizonte zubringt, daher der Name.

Jenem Unterſchiede zwiſchen der aſtronomiſchen und der bürgerlichen Art der Stundenzählung gemäß, iſt alſo z. B. nach:

aſtronomiſcher Rechnung:		bürgerlicher Rechnung:
0 Uhr des 1ſten Januars	=	12 Uhr Mittags, des 1ſten Januars,
1 — (Nachmittags)	=	1 — Nachmittags,
12 — (Mitternachts)	=	12 — Mitternachts,
13 — (Morgens)	=	1 — Morgens des zweiten Januars,

* Dieß ſind die gleich nach mittlerer Zeit geſtellten und nicht weiter alterirten ſogenannten „Probir-Uhren“ der Uhrmacher (beim Gebrauche für Sternwarten „aſtronomiſche“ Uhren), wogegen man die zu Schluſſe erwähnten gewöhnlichen Stadt-, Zimmer-, oder Taſchen-Uhren meiſtens lieber oft nach der Sonne (nach dem wahren „Mittage“) ſtellt (ihren mittleren Fortgang danach alterirt).

** ſ. peinliche Leſer. Der Durchmeſſer der Sonne iſt dabei, zur leichteren Ueberſicht, genau = $\frac{1}{2}^0$, und ſie ſelbſt im Aequator angenommen, indem ſich $\frac{1}{2}^0$ des Aequators eben in ($12^h\ 5' - 12^h\ 3'$ =) 2 Zeit-Minuten durch den Meridian ſchiebt; jener Durchmeſſer beträgt an dieſem Tage freilich etwas mehr, und die Sonne iſt auch noch nicht im Aequator, welchem Einwande ich aber, da es ſich hier nur um ein Beiſpiel handelt, durch dieſe Bemerkung vorbeuge. — Daſſelbe iſt übrigens, wie man bei näherer Betrachtung wohl finden wird, nicht ohne Abſicht gerade von dieſer beſtimmten Form gewählt worden.

* Dieß heißt, um durch die Erinnrung daran, wie ich es gern mache, Alles in Eine Ueberſicht zu vereinigen: die Gleichung der Zeit (hier die + 4′) iſt dasjenige, was man zu 12 addiren oder davon ſubtrahiren muß, um zu haben, wieviel eine nach mittlerer (Sonnen-) Zeit richtig gehende (Pendel- oder Taſchen-) Uhr in dem Augenblicke zeigen muß, in welchem die Sonnen-Uhr Mittag (12 Uhr) angibt.

wonach man leicht ſelbſt weiter gehen kann. Dabei iſt (ich habe in dieſem Bezuge oben hierher verwieſen) zu bemerken, daß der Aſtronom (meiſtens nur) mittlere Zeit (wie ſie ſeine vorn erwähnte „aſtronomiſche“ Uhr angibt) eines beſtimmten Meridians bezeichnet, alſo vom mittleren „Mittage“ dieſes Meridians ab rechnet, wogegen im bürgerlichen Leben, der gegebenen Definition gemäß, unter Mittag, wie geſagt (großentheils), der wahre Mittag (der Culminationsmoment des Sonnen-Mittelpunctes) verſtanden wird, indem man, (vergl. vorn) die gewöhnlichen (z. B. Taſchen-) Uhren gern auf 12 ſtellt, indem die Sonnen-Uhr (der Gnomon [vergl. d. Art.], wie dergleichen Einrichtungen noch an ſo vielen Orten vorhanden ſind) eben „Mittag“ angibt. Noch weiteres Detail im ſchon citirten verwandten Artikel Gleichung der Zeit, beſonders S. 661.

Mittagsfernrohr, ſ. **Paſſagen-Inſtrument.** Indeß benütze ich die vorläufige Erwähnung dieſes Inſtruments, um mit Bezug auf die, im Art. Culmination, S. 210. in der Anmerk. gemachte Bevorwortung, gleich hervorzuheben, daß zwiſchen dem „Mittags-Fernrohre“ und dem Paſſagen-Inſtrumente allerdings die dort erwähnte kleine Verſchiedenheit beſteht. Unter dem Paſſagen-Inſtrumente nämlich, in der weiteſten Bedeutung, wird lediglich ein, im (parallel dem) Meridian drehbares Fernrohr verſtanden, wogegen das „Mittags-Fernrohr“ ſchon mit einem getheilten Kreiſe verſehen iſt, um, auſſer den „Paſſagen“ (den Culminationen) der Geſtirne zugleich die Mittagshöhe, wenigſtens beiläufig, anzugeben; — der Meridiankreis (vergl. d. beſondern Art.) hingegen unterſcheidet ſich davon wieder durch die genaueſte gleichzeitige Angabe beider Daten, und bildet demnach ebenſo ein vervollkommnetes „Mittagsfernrohr“, wie letzteres ein vervollkommnetes „Paſſagen-Inſtrument“. Die Geſammtheit dieſer Inſtrumente endlich begreift man, namentlich dem Viertelkreiſe (dem Quadranten) gegenüber, unter dem gemeinſchaftlichen Namen der „ganzen Kreiſe“, wozu auch noch der Multiplicationskreis gehört, über welchen nicht weniger ein eigener Artikel handelt.

Mittagsfläche; Planum meridiani; *Plan du méridien.* Eine Ebene durch die Weltaxe und den Scheitelpunct (alſo durch die Verticallinie). Da ſich die Himmelskugel, gemäß der (ſcheinbaren) Tagesbewegung, um jene Axe drehet, ſo gelangen alle Geſtirne (alle Puncte der Himmelskugel) dabei in die Mittagsfläche, und ſind alſo dann dem, angegebenermaßen, in ihr liegenden Scheitelpuncte am nächſten (culminiren dann). Daher muß die Ebene durch die Mittagsgegend (vergl. d. A.*) gehen; ſie heißt davon die „Mittagsfläche“; und ihr Durchſchnitt mit dem Kreiſe des Horizonts beſtimmt in demſelben den Mittagspunct (ſ. auch dieſen beſondern Artikel).

Die „Mittagsfläche“ enthält, wie geſagt, die Weltaxe und die Scheitellinie, und iſt alſo zugleich auf der Ebene des Aequators und der Ebene des Horizonts perpendicular.

Unmittelbar angegeben findet ſie ſich dadurch, daß, wie aus ihrer Bezeichnung folgt, die Schatten lothrecht (vertical) aufgerichteter Stäbe, im Augenblicke des wahren Mittages (der Culmination des Sonnen-Mtttelpunctes) in ſie fallen.

Mittagshöhe; Altitudo meridiana; *Hauteur méridienne.* Diejenige Höhe, welche ein Geſtirn eben im Mittagskreiſe erreicht, und welche größer als die, in jedem andern Vertical erſtiegene iſt**.

* In dieſem Art. iſt auch der dabei für die nördliche und ſüdliche Halbkugel zu machende Unterſchied hervorgehoben; hier ſprechen wir bloß von der erſtern (als der unſrigen). Man vermeidet aber überhaupt die Nothwendigkeit, auf dieſen Unterſchied Rückſicht zu nehmen, wenn man ſich begnügt, die „Mittagsfläche“ ganz einfach als „die Ebene des Mittagskreiſes (Meridians)“ zu bezeichnen.

** Vergl. über die Möglichkeit der Erreichung einer größeren Höhe in einem andern (dem Mittagskreiſe bloß nahen) Vertical durch ein, ſeine Abweichung ſchnell änderndes Geſtirn, die

Man betrachte ein über den Morgenhorizont herauftretendes (ein aufgehendes) Geſtirn: daſſelbe ſteigt, bei weiterer Beſchreibung ſeines Tagbogens (ſ. d. A.), immer höher (zeigt in jeglichem erreichten Vertical eine größere Höhe über dem Horizont, einen geringeren Abſtand vom Zenith des Beobachters), bis es, auf der Mitte ſeines Weges (jenes Tagbogens), ſeine größte, ſeine „Mittagshöhe“ (ſeinen kleinſten Zenithabſtand) in dem, den „Tagbogen“ halbirenden Mittagskreiſe erlangt, und nun, mit eben ſo gleichförmig* abnehmender Höhe (zunehmender Zenithdiſtanz), die zweite Hälfte ſeines Weges (Tagbogens) bis zum Abendhorizonte (zum Untergange) zurücklegt.

In dieſer Darſtellung iſt, wie man ſieht, nur von Geſtirnen die Rede, welche auf- und untergehen; Sterne dagegen, die immer über dem Horizonte bleiben (bei uns die nördlichen „Circum-Polarſterne“, vergl. den beſondern Art.), und uns deßwegen auch bei Beſchreibung ihres ganzen Tagkreiſes (nicht mehr bloß „Bogens“) ſichtbar ſind (bei ihrer „oberen“ und „unteren“ Culmination — vergl. auch dieſen Art. S. 211. Sp. 1. — beobachtet werden können), erreichen, wie man ſich leicht vorſtellig macht, ihre größte ſowohl als ihre kleinſte Höhe im Mittagskreiſe**, wobei aber, wenn von „Mittagshöhe“ ſchlechthin die Rede iſt, immer wieder jene größte Höhe verſtanden wird.

Die Sonne endlich beſitzt alſo ihre „Mittagshöhe“ zur Mittagszeit (zur Zeit des wahren Mittags; vergl. d. A. Mittagszeit).

Artikel Höhe der Geſtirne, S. 783 und Culmination, S. 209.

* Vom Einfluſſe der Abweichungsänderung, namentlich bei der Sonne, dem Monde, ſehe ich dabei ab; hierüber verbreitet ſich der beſondere Art. Methode der correſpondirenden Höhen.

** Letzteres gilt zwar auch von untergehenden Geſtirnen, welche aber natürlich bei ihrer Paſſage durch die untere Hälfte des Meridians für uns unſichtbar ſind.

Mittagskreis, Mittagscirkel, Meridian; Meridianus; *Méridien.* Derjenige größte Kreis der Sphäre, welcher durch beide Weltpole und den Scheitelpunct (des beſtimmten Beobachters) geht, — der Durchſchnitt der Mittagsfläche mit der Innerfläche der eingebildeten Himmelshohlkugel, heißt der Meridian (jenes beſtimmten Beobachters, Ortes). In dieſem Kreiſe erreichen die Geſtirne bei der ſcheinbaren täglichen Umdrehung des Himmels um die Weltaxe ihren höchſten Stand über dem Horizonte; und wenn dabei der Mittelpunct der Sonne in demſelben ſteht, ſo iſt es Mittag.

Der „Mittagskreis“ theilt die ganze Himmels-Hohlkugelfläche in zwei gleiche Hälften, die öſtliche und weſtliche Halbkugel (Hemisphaerium orientale et occidentale; *Hémisphère orientale et occidentale*): dem vom ſichtbaren Weltpole hinweg, alſo in unſern Ländern (auf der nördlichen Halbkugel) gegen Mittag (gegen Süden, nach dem Aequator zu) gekehrten Beobachter liegt die öſtliche Halbkugel links, die weſtliche Halbkugel rechts*. Von den beiden Durchſchnittspuncten des „Mittagskreiſes“ mit dem Horizonte heißt der vom Nordpol abgekehrte (weiter** entfernte) der Mittagspunct

* Es verſteht ſich, daß auf der entgegengeſetzten, der ſüdlichen Halbkugel, gerade das Umgekehrte Statt findet: der dort nach dem Aequator, und uns, eben dahin Blickenden, alſo in das Auge ſchauende Beobachter hat, dieſer eben ſo entgegengeſetzten Stellung wegen, die öſtliche Halbkugel rechts, die weſtliche Halbkugel links; ein Geſtirn z. B. im Aequator, geht dem dortigen Zuſchauer (ſtatt uns zur Linken) vielmehr zur Rechten auf.

** Für „Sphaera *recta*“, um einem Bedenken vorzubeugen, fallen dieſe Durchſchnittspuncte (vergl Sphäre) natürlich mit den Polen zuſammen; für „Sphaera *parallela*“ hat die Bedingung offenbar gar nicht Statt. — Unſere Betrachtungen ſetzen, wie ich auf dieſe Veranlaſſung nochmals bevorworte, auch ſtillſchweigend „spaeram *obliquam*“ der Nordhalbkugel voraus.

(Punctum meridianum; *Point meridional*), der entgegengeſetzte (dieſem Pole nähere) der Mitternachtspunct (Punctum septentrionale; *Point septentrional*); über beide Puncte handeln eigene Artikel. Die von denſelben um 90° entfernten Puncte des Horizonts (die gleichzeitigen Durchſchnittspuncte dieſes letzteren mit dem Aequator): der Abend- und Morgen-Punct (vergl. beide Art.), ſind (eben ſo) die Pole (ſ. auch dieſen Art.) des „Mittagskreiſes“ (wie der Nord- und Süd-Pol die Pole des auf dem Mittagskreiſe perpendicularen Aequators).

Auf der künſtlichen „Himmelskugel“ findet ſich der „Mittagskreis“ durch den, S. 761. dieſes Artikels beſchriebenen meſſingenen Ring repräſentirt, welcher, angegebenermaßen, in ſeine 360 Grade u. ſ. w. getheilt iſt, dergeſtalt, daß ſich Polhöhe, Aequatorshöhe, Abweichungen der Geſtirne u. ſ. w. vermittelſt dieſes künſtlichen „Mittagskreiſes“ angeben laſſen.

Die Beobachtungen des Durchganges der Geſtirne durch den Mittagskreis ſind für den praktiſchen Aſtronomen von der größten Wichtigkeit: d. A. Culmination handelt ausführlich darüber; ich bemerke, zur Plan-gemäßen Abrundung des gegenwärtigen Vortrages daraus nur, daß offenbar der Zeit-Unterſchied zwiſchen zwei ſolchen Geſtirndurchgängen dem Rectascenſionsunterſchiede dieſer Geſtirne entſpricht; der Durchgang des Mittelpunctes der Sonne inſonderheit aber beſtimmt den Moment des wahren Mittages des Beobachtungsortes (und, [vergl. d. A. Mittagszeit] mit Bezug auf die Zeitgleichung* und die danach in jenem Momente regulirte Uhr, die allaugenblickliche wahre Zeit für denſelben Ort).

Mittagskreiſe der Erdkugel, Meridiane der Erde; Meridiani terrae s. terestres; *Méridiens de la terre.* Dieſen Namen führen alle größten Kreiſe der Erdkugel, welche durch die beiden Pole derſelben gehen (die Definition des im vorangehenden Artikel behandelten Himmels-Meridians verlangt zugleich den „Scheitelpunct“, von dem auf der Erde ſelbſt natürlich nicht weiter die Rede ſeyn darf): durch jeden Ort der Erde (jeden Punct der Erdkugel-Oberfläche) kann man ſich einen ſolchen Kreis gehend denken, welcher demnach den „Mittagskreis“ dieſes beſtimmten Ortes abgibt. Die erweiterte Fläche dieſes Kreiſes wird ſodann für denſelben Ort die Mittagsfläche (vergl. d. A.), und bezeichnet, indem ſie die Innerfläche der ſcheinbaren Himmels-Hohlkugel durchſchneidet, alſo an derſelben den (himmliſchen) Mittagskreis.

Mehrentheils verſteht man aber unter dem (irdiſchen) „Mittagskreiſe“ eines Ortes nur diejenige Hälfte dieſes größten Kreiſes, welcher ſich von einem Pole, durch den Ort, bis zum andern Pole* erſtreckt, und betrachtet die andere Hälfte als den entgegengeſetzten Meridian. Allen Puncten (Orten) der Erdkugel-Oberfläche, welche in einer ſolchen gemeinſchaftlichen (Meridian-) Hälfte liegen, entſpricht auch der nämliche Himmels-Mittagskreis (deſſen nämliche Hälfte), und ſie haben mithin Einerlei Mittag, oder vielmehr überhaupt Einerlei Zeit; die Orte der andern Hälfte des irdiſchen Meridians ſehen natürlich auch die entſprechende andere Hälfte des himmliſchen Meridians, und ihre Mittage, gleichwie alle ihre übrigen Zeit-Angaben, ſind alſo von jenen immer um 12 Stunden unterſchieden. Nun erreicht die Sonne, bei ihrem ſcheinbaren Tages-Umlaufe um die Erdkugel, natürlich jeden „Mittagskreis“, und mithin auch jede ſolche „Hälfte“ deſſelben, in einem andern phyſiſchen Momente, in welchem demnach allererſt der (wahre, woraus der mittlere durch die Zeit-

* Die „Zeitgleichung“ für die betreffenden 24 Stunden conſtant angenommen.

* Dieß iſt die gewöhnliche Darſtellung; damit aber alles Folgende ſtets ſtreng wahr bleibe, ſollte man eigentlich auch noch auf die Abweichung der Sonne Rückſicht nehmen, indem der Erleuchtungsgrenzkreis nur wenn dieſe Abweichung = 0 iſt, eben durch die „Pole“ geht. — Meine Leſer werden ſich mit einiger Anſtrengung der Einbildungskraft leicht von der Richtigkeit dieſer Einſchränkung überzeugen.

gleichung folgt) Mittag dieſer beſtimmten Meridianhälfte* (der in ihr liegenden Orte) eintritt; und wenn alſo z. B. in den aſtronomiſchen Angaben der Kalender der phyſiſche Moment einer Himmelsbegebenheit: einer Finſterniß u. ſ. w. bezeichnet werden ſoll, ſo ſchreibt man (vergl. d. Anmerk.): „ſie ereigne ſich zu der und der Stunde, Minute u. ſ. w. nach (wahrer oder mittlerer) Zeit des Meridians des und des beſtimmten Ortes.“ In gleicher Art finden ſich die Zeit-Angaben für die Planetenörter in den aſtronomiſchen Tafeln auf einen beſtimmten Meridian bezogen: im Berliner Jahrbuche auf die (mittlere) Zeit im Meridian des Berliner Obſervatoriums; in Kepler's Rudolphiniſchen Tafeln (um auch ein ſchon älteres Beiſpiel zu geben) auf den Meridian von Uranienburg (wo Tycho ſeine, von Kepler genützten Beobachtungen anſtellte) u. ſ. w.

Die Mittagskreiſe der Erde werden, wie alle Kreiſe, in 360 Grade getheilt; und in ſolchen Graden und deren Theilen wird die „geographiſche“ Breite (vergl. d. A.) der Orte angegeben: betrachtet man dabei die Erde als eine vollkommne Kugel, ſo kommt bekanntlich jedwedem ſolchen Grade eine lineare Ausdehnung von 15 geographiſchen Meilen zu. Bei Unterſuchungen dagegen, welche eine Rückſicht auf die Abplattung (vergl. d. A.) des (nur nahe kugelförmigen) Erdkörpers erheiſchen, darf man, wie im citirten Artikel näher gezeigt wird, dieſe Grade der Mittagskreiſe nicht mehr linear ganz gleich annehmen, indem ſie vom Aequator ab nach den Polen hin an Ausdehnung etwas wachſen (flacher werden). Orte, welche in Einerlei „Mittagskreiſe“ liegen, haben auch Einerlei geographiſche Länge; liegen ſie dagegen in verſchiedenen Meridianen, ſo iſt ihre Länge verſchieden, daher dieſer Unterſchied der Längen (vergl. Länge, geographiſche) durch den Unterſchied der Meridiane, d. h. durch den Unterſchied der Zeit* beſtimmt wird. — Verzeichniſſe

* Der wahre Mittag: 12 der Sonnen-Uhr, trete danach z. B. am 1ſten Januar, für einen beſtimmten Ort, ſey es Berlin (für den dortigen Mittagskreis), eben ein; ſo bezeichnet man den entſprechenden phyſiſchen Moment, namentlich das Statthaben irgend einer Himmelsbegebenheit zu demſelben, indem man ſagt: „ſie ereignet ſich an jenem 1ſten Januar, um 12 Uhr wahrer Berliner Zeit“; an einem andern, ſetzen wir einen 15° der geographiſchen Länge (1 Stunde Zeit) weiter weſtlich gelegenen Orte iſt es (vergl. unten) dann (im nämlichen phyſiſchen Momente) erſt 11 Uhr Vormittags; — und man muß wegen dieſer Uhr-Verſchiedenheit verſchiedener Meridiane für gleichwohl ganz nämliche phyſiſche Momente, alſo ſchlechterdings die (Uhr-) Zeit eines beſtimmten Meridians angeben. — Will man mittlere (ſtatt der obigen wahren Sonnen-) Zeit; ſo weiß man, daß die Zeitgleichung (ſ. Gleichung der Zeit, S. 658.) für den zum Beiſpiele gewählten 1ſten Januar zu Berlin + 3′ 48″ beträgt; und ſagt alſo: „die (in Rede ſtehende) Himmelsbegebenheit ereignet ſich an jenem 1ſten Januar um 12h 3′ 48″ „mittlerer“ Berliner Zeit (denn ſoviel zeigt, Zeitgleichungsgemäß, die aſtronomiſche, ſtets letztere Zeit genau einhaltende Uhr zu Berlin, wenn eben daſelbſt am 1ſten Januar der wahre Mittag, die 12 der Sonnen-Uhr, eintritt, ſo daß demnach durch die beiden, nur in der Zahl [in der Beziehung entweder auf die Sonnen-, oder die aſtronomiſche Uhr], aber nicht im Sinne verſchiedenen Angaben: 12h wahrer-, oder 12h 3′ 48″ mittlerer „Berliner“ Zeit, derſelbe phyſiſche Moment bezeichnet wird).

* Wenn alſo, wie ich deßwegen in der vorangehenden Anmerk. hierher verwieſen habe, die (Uhr-) Zeit einer ſolchen Himmelsbegebenheit, — nehmen wir die Verfinſterung eines Jupiterstrabanten, für den Berliner „Meridian“ angegeben iſt; ſo muß der Beobachter an einem andern Orte wiſſen, wieviel Längengrade, öſtlich oder weſtlich, ſein Meridian vom Berliner Meridian abliegt, wonach ſich erſt ergibt, welche (Uhr-) Zeit bei ihm in dem nämlichen, nur durch

geographiſcher Längen, woraus alſo jener Unterſchied der „Mittagskreiſe“ folgt, ſind, wie ich ſchließlich bemerke, zu Ende deſſelben Artikels nachgewieſen.

Mittagskreis, erſter; Meridianus primus; *Premier Méridien.* Derjenige Mittagskreis der Erde*, welcher durch einen (hierbei, vergl. d. Anmerk.) ganz willkührlich gewählten, als Anfangspunct betrachteten Punct des Aequators gedacht (gezogen) und deßhalb zum „erſten“ aller übrigen Meridiane angenommen wird. Es kann nämlich (vergl. d. unmittelbar vorangehenden Art.) von einem Pole zum andern offenbar durch jedweden Punct des Aequators ein halber größter Kreis geführt werden: dieſe Halbkreiſe ſind die „Meridiane“ der Puncte, durch welche ſie gehen; und die dazwiſchen enthaltenen Bögen des Aequators bezeichnen die Meridiandifferenzen (ſ. auch dieſen beſondern Art.), die Unterſchiede der geographiſchen Längen. Will man aber ſtatt des bloß relativen Werthes dieſer „Unterſchiede“ eine abſolute Beſtimmung für die Längen ſelbſt haben, ſo muß man ſich natürlich über einen Punct des Aequators vereinigen, von welchem an gezählt werden ſoll.

Da dieß ſolchergeſtalt offenbar bloße Sache der Convenienz iſt, ſo hat man dem „erſten Mittagkreiſe“ auch zu verſchiedenen Zeiten und aus unterſchiedenen Rückſichten, ſehr verſchiedene Lagen gegeben, worüber ich, mit Verweiſung wegen des Weiteren hierher, ſchon im Vortrage über Länge, geographiſche, Einiges angeführt habe. Die Alten nahmen dieſen „erſten Meridian“ etwann durch die weſtlichſten ihnen bekannten Länder an: Ptolemäus namentlich zog ihn durch die weſtwärts der Afrikaniſchen Küſte gelegenen Canariſchen Inſeln (Insulae Fortunatae), von denen man die Erdfläche zu rechnen anfing; Eratoſthenes, der uns aus d. A. Erde, S. 353 bekannte Griechiſche Geometer, durch die Säulen des Herkules; — und noch mehrere dießfallſige Angaben findet man beim Fabricius „Allgemeine Hiſtorie der Gelehrſamkeit.“ Lpzg. 1752. 3 B. 8. I. 150. Auch iſt es jetzt noch nicht ungewöhnlich, den „erſten Mittagskreis“ in dieſe Gegend zu verſetzen, indem man dadurch den Vortheil erlangt, auf Planiglobien (vergl. Planiſphär) die ſogenannte „alte Welt“ ganz in die öſtliche, und die „neue“ wenigſtens größtentheils in die weſtliche Halbkugel zu bringen*.

Gerhard Mercator (ſ. Mercator's Projection, wo biograph. Notizen) auf ſeinen Charten, und nach ihm Riccioli (Band I. S. 343. unſeres Werkes) „Geographia reform“. L. IX. cap. 2. rechneten den „erſten Mittagskreis“ durch die Canariſche Inſel Palma, und zwar durch den Hafen St. Cruz,

jene Berliner Zeit bezeichneten, phyſiſchen Augenblicke der Verfinſterung iſt. Wäre die Verfinſterung z. B. für 12 Uhr (mittlerer oder wahrer) Berliner Zeit angekündiget, ſo zählt man, im Augenblicke ihres Eintrittes, auf dem 15 Grad öſtlicher gelegenen Mittagskreiſe ſchon 13 Uhr (mittlerer oder [vergl. Gleichung der Zeit, S. 662.] davon nur um die, für denſelben Tag unveränderlich angenommene Zeitgleichung, verſchiedener wahrer Zeit), auf dem 15° weſtlich abſtehenden aber erſt 11^h. — Dieſe Zeitverſchiedenheit erſcheint demnach als eine Conſtante, welche man mit ihrem Zeichen, den Angaben der, unmittelbar natürlich nur für einen beſtimmten Meridian giltigen aſtronomiſchen Ephemeride immer erſt hinzuſetzen muß, um die entſprechende Zeit ſeines Meridians zu haben.

* Der „Erde“: denn am Himmel zählt man die Längen von dem beſtimmten Puncte des Frühlingsäquinoctiums an, durch welches der Kolur (vergl. d. A.) der Nachtgleichen geht, welcher alſo den erſten der Himmels-Meridiane abgibt.

* Die Leſer finden die „öſtliche“ und „weſtliche“ Halbkugel, ſolchergeſtalt neben einander geſtellt, in Ihrem Atlas, als wenn die Erdkugel dazu durch die Ebene des in der beſchriebenen Art gezogenen „erſten Meridians“ durchſchnitten, und als wenn hiernächſt jede der beiden Kugelhälften im Kreisumfange dieſes Meridians auf einen Plan gebracht („Planiglobium“) wäre.

„indem Chriſtoph Colomb zur Entdeckung der neuen Welt aus demſelben ausgeſegelt ſey.“ Wilhelm Bläu (berühmter Buchdrucker und Landcharten-Verfertiger zu Amſterdam, † 1638.) legte dieſen Meridian etwas weiter weſtwärts durch die Azoriſchen Inſeln Corvo und Flores, weil die Magnetnadel, zu ſeiner Zeit, daſelbſt keine Abweichung zeigte, rückte ihn aber nachher ſelbſt auf die, durch ihren hohen „Pic“ ausgezeichnete Inſel Teneriffa*; und die Holländiſchen Geographen ahmten ihm darin nach.

In Frankreich dagegen hatte man zum Orte dieſes Kreiſes alsbald die weſtlichſte Küſte der Inſel Ferro (Ferri, *Isle de fer*) angenommen; und Ludwig XIII. ſetzte, um allen dießfallſigen Unbeſtimmtheiten ein Ende zu machen, durch einen wiederholten** Befehl vom 25ſten April 1634 feſt, daß die Franzöſiſchen Geographen und Seefahrer die Längen nie anders als von dieſem Meridian von Ferro anzählen ſollten. Die Beobachtungen des P. Feuillée (eines geübten Franzöſiſchen Aſtronomen jener Zeit) zeigten, daß die Stadt auf dieſer Inſel Ferro . . . . . 19° 54′ 15″ weſtlicher als der Mittagkreis des Pariſer Obſervatoriums liege; die Küſte fand ſich zugleich wieder „ 8 — 15 weſtlicher als die Stadt; demnach jener Pariſer Meridian eine Länge von . . . . 20° 2′ 30″* erhielt. — Man vereinigte ſich aber, der Leichtigkeit wegen, bald dahin, die letztere Länge gerade = ... 20° — — zu ſetzen, und den erſten Meridian demgemäß . . . . . „ 2′ 30″ weniger weſtlich, alſo (vergl. d. Anmerk.) zwiſchen Stadt und Küſte von Ferro anzunehmen. Dieſe Abſtandsbeſtimmung von genau 20° gilt auch jetzt noch: was man „erſten Meridian“, oder (beſonders in den deutſchen Geographien) Meridian von Ferro nennt, iſt der, durch Hinzurechnung von 20° weſtlicher Länge verkappte Pariſer Meridian**. Dieß,

* Dieſer Pic von Teneriffa iſt neuerlich wieder dazu vorgeſchlagen worden: der verewigte Leipziger Aſtronom Brandes ſetzt in dem von ihm gearbeiteten Art. Länge, geographiſche, in der viel citirten neuen Ausg. von Gehler's „Phyſikal. Wrtrb.“, die Vortheile dieſer Wahl auseinander. Die weſtliche Länge dieſes Pics vom Pariſer Meridian beträgt 18° 59′ 52″, wofür ſich wohl gerade 19° nehmen, und damit auch Leichtigkeit der Rechnung erreichen ließe.

** Im Art. Länge, geographiſche, iſt eine frühere dießfallſige Beſtimmung ſchon aus dem Jahre 1630 angeführt.

* Spätere Beobachtungen der Franzöſiſchen Aſtronomen de Borda und Pingré laſſen dieſe frühere Beſtimmung, welche ich zur beabſichtigten hiſtoriſchen Vervollſtändigung d. A. Länge, geographiſche, hier nicht übergehen dürfte, als ungenau erſcheinen: es liegt danach (vergl. Zach's „Monatliche Correſpondenz“. Bd. XV. und XVI. passim) die Oſtſpitze der Inſel Ferro 20° 17′ ;, und ihre Weſtſpitze 20° 30′ weſtlich vom Pariſer Meridian; und der „erſte Meridian“, wenn er gerade nur 20° weſtlich vom letzteren abſtehen ſoll, fiele alſo 30′ öſtlicher als jene Weſtküſte, in die offne See. — Man iſt indeß (vergl. oben) dabei geblieben, den „erſten Meridian“, unter der Benennung „Meridian von Ferro“ genau 20° weſtlich vom Pariſer anzunehmen.

** So finden die Leſer z. B. in Encke's „Aſtron. Jahrb.“ die öſtliche Länge des Berliner neuen Obſervatoriums vom obigen Meridian des Pariſer Obſervatoriums = ... 11° 3′ 30″; in Ihren geographiſchen Handbüchern aber wird jene Länge Berlins von Ferro zu . . . . 31 — 3 — 30 angegeben, welches genau den Unterſchied der 20° „ „ bringt.

zur augenblicklichen Verſtändniß der ſonſt auffälligen Differenz, zu wiſſen, iſt das Weſentliche bei der Sache; in der neueſten Zeit hat man indeß auch bereits angefangen, beſonders nur noch von jenem Pariſer (als „erſten) Meridian, oder aber von Greenwich (2° 20′ 23″ weſtlich von Paris) zu zählen. So zählt z. B. Littrow (der Sohn) in ſeinem „Verzeichniſſe geographiſcher Ortsbeſtimmungen“ (Bd. X. d. eben citirten neuen Aufl. v. Gehler's Phyſikal. Wrtrb.) vom Pariſer Meridian als „erſten“ an, mit welcher Bemerkung ich den vorliegenden Art. beſchließe, indem ich zugleich dieſe Littrow'ſche Arbeit als die bezügliche vollſtändigſte auszeichne.

Mittagslinie; Linea meridiana; *Méridienne,* Ligne méridienne. Eine nach dem wahren Mittags- und Mitternachtspuncte (den Durchſchnittspuncten des irdiſchen Mittagskreiſes mit dem Kreiſe des Horizonts) gerichtete Horizontallinie: der Durchſchnitt der Mittagsfläche mit der Horizontalfläche. Ein kleineres Stück derſelben kann als ein Stück jenes Meridiankreiſes ſelbſt betrachtet werden, ſo lange nämlich die Kugelkrümmung des Erdkörpers darin nicht merklich wird: die, zu unſerer Ueberſicht kommende Horizontalfläche ſtellt ſich uns (vergl. Erde, S. 342.) als eine vollkommne Kreis-Ebene, als eine vollkommne ebene Kreisſcheibe dar, von deren Kugelkrümmung wir alsbald noch gar Nichts gewahr werden, ſo, daß der ſie durchſchneidende (in ihr enthaltene) Bogen des (irdiſchen) Meridians nicht weniger als eine gerade Linie (als die „Mittagslinie“) erſcheint; nur erſt eine weiter verlängerte Mittagslinie krümmt ſich zu einem wahren Bogen des Meridians (nur erſt bei hinreichender Verlängerung der Mittagslinie können wir ihre Abkrümmung von der Geraden zu einem Meridianbogen wahrnehmen).

Die „Mittagslinie“ iſt zu aſtronomiſchen Beobachtungen unentbehrlich: ich habe Dieß im Art. Culmination, gleich Eingangs, S. 210. mit Nachweiſung der beſtimmten Fälle dargethan; — ſie beweiſt ſich aber aufferdem zu manchen, unmittelbaren dem gemeinen Leben angehörigen, verwandten Abſichten dienlich, und wird z. B. zu Beſtimmung der Weltgegenden, zu Vergleichung der Sonnenuhren, zu Stellung der künſtlichen Uhren nach mittlerer (aus der Angabe jener Sonnenuhren durch Hinzurechnung der Zeitgleichung mit ihrem Zeichen, folgenden) Zeit u. ſ. w. u. ſ. w. gebraucht. Von den vielen Methoden, ſich ſeine Mittagslinie zu ziehen, will ich hier nur die gewöhnlichſte, leichteſte und allermeiſtens doch hinreichende Genauigkeit gewährende anführen. Auf einer im Freien genau horizontal angebrachten, wohl befeſtigten Kupfertafel oder Steinplatte von beliebiger Größe, ziehe man aus einem (alſo zum Centrum gewählten) Puncte C (Fig. 1. der Tafel V., in welcher zugleich O Oſten, W Weſten, N Norden bezeichnet) einige (ſolchergeſtalt concentriſche) Kreiſe, richte in dieſem Centrum C einen Stift von 6 oder mehreren Zollen Länge ſenkrecht auf, und bemerke, an einem recht Sonnen-hellen Tage, Vormittags von etwann 9 bis 11, und Nachmittags von 1 bis 3 Uhr, die (Peripherie-) Puncte, in welche das Ende des Schattens jenes Stiftes die Kreiſe (wie es die Figur am beſten zeigt), des Vormittags in b, b′, b″, des Nachmittags in a, a′, a″ trifft, ziehe alsdann die bezeichneten Puncte durch gerade Linien wie ab zuſammen und halbire letztere; ſo gibt die, der Lage nach, durch dieſe Halbirungen beſtimmte CN die „Mittagslinie“, in welche der Schatten des Stiftes im Augenblicke des höchſten Sonnenſtandes (der Culmination des Sonnen-Mittelpunctes, des wahren Mittags) fallen muß. — Da das Schatten-Ende ſich indeß nicht mit vollkommenſter Schärfe zeigt, ſo thut man noch beſſer, ſtatt des Stiftes, einen (nicht weniger langen, der Abhaltung des übrigen Lichtes wegen, hinreichend breiten, auch hinreichend ſtarken) Blechſtreifen, in welchen oben eine ganz geringe (Nadelſtich-große) Oeffnung gebohrt iſt (alſo einen kleinen Gnomon, ſ. d. A.), anzuwenden, wonächſt das durch die Oeffnung fallende Sonnenbildchen (Pünctchen) das Schatten-Ende mit mehrerer Genauigkeit vertritt*.

* Complicirtere Einrichtungen beim Lalande „Astronomie“ (2te Aufl.).

Man ſieht leicht, daß durch dieſes Verfahren eigentlich correſpondirende Sonnenhöhen (vergl. d. A. Methode der correſp. Höhen) beobachtet werden: denn da jedes ſolches Paar von Puncten b und a'', b' und a', b'' und a in Einerlei Kreiſe um C liegen, ſo müſſen die Schatten des Stiftes: Vormittags bei b, Nachmittags bei a'', u. ſ. w. gleich lang geweſen ſeyn, und es muß die Sonne alſo beide Mal gleich hoch geſtanden haben. Da nun die Mittagsfläche zwiſchen den Gegenden, nach welchen die Geſtirne auf der Morgen- und Abend- (Vormittags- und Nachmittags-) Seite gleiche Höhen erreichen, mitten* inne ſteht, ſo findet ſich auch die, vorgeſchriebenermaßen, mitten zwiſchen a und b'', d. h. von C durch die Mitte des Bogens (ſeiner Chorde) ab'' (oder a' b' u. ſ. w.), gelegte Gerade CN in der Mittagsfläche, und gibt, indem ſie zugleich horizontal iſt, die verlangte „Mittagslinie" ab**. — Es wäre zu ihrer Darſtellung eigentlich ſchon Einer der mehreren von uns angewendeten Kreiſe hinreichend; und man begreift, daß die übrigen nur zur Vergrößerung der Genauigkeit dienen.

Dieſe Methode zur Beſtimmung der Mittagslinie iſt indeß einem kleinen Fehler unterworfen, indem die Sonne (auſſer der täglichen) eine eigene Bewegung hat, welcher zu Folge ſie nicht (wie das Verfahren doch vorausſetzt) vom Aufgange bis zum Untergange in Einerlei Parallelkreiſe verharrt, ſondern von den vormittägigen bis zu den nachmittägigen Stunden, namentlich im Frühlinge etwas höher ſteigt, im Herbſte etwas herab ſinkt, und daher die correſpondirenden Höhen nicht in völlig gleichen Abſtänden vom Meridian erreicht, wie ich dieſen Umſtand im ſchon citirten Art. Methode der correſpondirenden Höhen näher erörtert, und deßwegen auch oben hierher verwieſen habe. Die daraus folgende Berichtigung kann aber beim gewöhnlichen Gebrauche auſſer Betracht bleiben, und ſie fällt ganz weg, wenn man zur Operation die Tage der Solſtitien wählt, an welchen die Sonne als das nämliche Parallel unverändert behauptend, betrachtet werden kann.

Denkt man ſich eine ſolche „Mittagslinie" aber ſodann (von ihrer „Tafel" auf der Erdoberfläche ſelbſt) hinreichend verlängert, ſo hört ſie, wie ich gleich Eingangs bevorwortet habe, in dieſer Ausdehnung natürlich auf, eine vollkommne, Gerade (durchgängige Horizontale) abzugeben, und geſtaltet ſich, der kugelartigen Form des Erdkörpers wegen, vielmehr zu einem wirklichen Bogen des Erdmittagskreiſes; — und wenn man ſie nun alſo, meſſend, verfolgt (wie ich ausführliche Anweiſung dazu im Art. Gradmeſſung ertheilt habe), ſo gibt ſie das Mittel zur Beſtimmung der Länge ganzer Grade jenes Erd-Mittagkreiſes und alſo der Größe und Geſtalt der Erde (vergl. d. A. S. 351.) ab.

Unter den beſonders zu eigentlich aſtronomiſchen Beobachtungen, namentlich zu Zeit-Angaben, beſtimmten Mittagslinien ſind mehrere mit einem Gnomon (vergl. d. ſchon oben citirten Art.), d. i. mit einer Veranſtaltung verſehen, mittelſt welcher, wie geſagt, im Momente des wahren Mittages, ein kleines Sonnenbildchen (ſein Mittelpunct) genau in dieſe Linie fällt, und dadurch letzteren Moment bezeichnet. Ich habe mich im gedachten Artikel ausführlich hierüber verbreitet, wegen einer der älteſten dieſer Verbindungen eines Gnomons mit der Mittagslinie, nämlich der in der Kirche des heiligen Petronius zu Bologna, aber hierher verwieſen, aus welchem Grunde ich nunmehr nachträglich und ſchließ-

§. 160 flgd. — Für die im Plane unſeres Werkes beabſichtigte Praxis wird indeß das hier beſchriebene Verfahren (vergl. unten) wohl hinreichen.

* Vergl. wegen einer dabei Statt findenden Einſchränkung gleich unten.

** Poſtuliren wir dieſe Mittagslinie CN als ſchon beſtimmt (gezogen), ſo liegen die Puncte b, a'', b', a' u. ſ. w. gleicher Sonnenhöhen (gleicher Schattenlängen), der Natur der „täglichen Bewegung" gemäß, weſtlich und öſtlich (rechts und links) gleich weit (vergl. oben) von (der Mittagsfläche und alſo von) ihr ab; und umgekehrt ergibt ſich demnach die Mittagslinie in der Geraden, welche man mitten zwiſchen jene Puncte hindurch legt.

lich anführe, daß man dieſe Conſtruction dem Dominicaner Egnaz Dante (nachheriger Biſchof von Alatri) verdankt, welcher ſie, in ihrer früheren Geſtalt, um 1576 ausführen ließ, wonächſt Caſſini (der Aeltere) die ganze Einrichtung vervollkommnete, die „Mittagslinie“ verlängerte, und dem Gnomon eine Höhe von 83½ Fuß gab, wie ſich dieß Alles ausführlich in einem beſondern, noch jetzt für claſſiſch erachteten Werke von Manfredi (Profeſſor der Mathematik zu Bologna, † 1739): „De gnomone Bononiensi“. Bonon. 1736. 4. auseinander geſetzt findet.

Mittagspunct, Südpunct; Meridies, Auster; *Midi*, Sud. Der Durchſchnittspunct des Mittagskreiſes mit dem Horizonte an der, vom Nordpole abgekehrten, den Aequator enthaltenden Seite des Himmels*; es iſt dieß einer von den vier Haupt- oder Cardinal-Puncten (vergl. d. A.), durch welche im Horizonte die vier Hauptgegenden (ſ. auch Weltgegenden) beſtimmt werden. Die Schiffer nennen ihn Süden**. Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die Mittagsgegend, und man ſagt von demjenigen, was ſich daſelbſt zuträgt, es geſchehe gegen Mittag (oder hier, um eine Zweideutigkeit zu vermeiden, „gegen Süden“). Von dieſem Puncte aus wird im Horizonte das Azimuth (vergl. d. A.) der Geſtirne gerechnet.

Mitte des Himmels; Medium coeli; *Milieu du ciel.* Derjenige Punct des Aequators, welcher eben im Meridian ſteht, alſo der jedesmalige höchſte Punct des Aequators über dem Horizonte, und welcher demnach genau 90° von dem im (wahren) Oſt- und Weſt-Puncte zugleich auf- und untergehenden Puncte deſſelben abſteht. Iſt die Stern-Uhr im Augenblicke der Culmination des Frühlingspunctes auf 0 geſtellt, ſo gibt ſie (15° auf 1 Stunde) die gerade Aufſteigung dieſer „Mitte des Himmels“ (in Zeit) an. — Anwendung hiervon im Art. Neunzigſter (Nonageſimus); hier genügt die Worterklärung.

Mittelpunct; Centrum; *Centro.* Zunächſt heißt „Mittelpunct“ des Kreiſes oder der Kugel, mit denen es die Aſtronomie beſonders zu thun hat, der von allen Puncten des Umringes (der Peripherie), oder der Oberfläche gleich weit abſtehende Inner-Punct. In der, für uns nicht weniger wichtigen Ellipſe führt der Durchſchnittspunct der großen und kleinen Axe dieſen Namen.

Auſſerdem aber wird der Ausdruck „Mittelpunct“ in der Aſtronomie noch in anderer Beziehung gebraucht, und wir haben namentlich und zuerſt im Vortrage über Centralbewegung, S. 141. von einem „Mittelpuncte“ der Kräfte (der Anziehung, der Gravitation, welchem ganzen Artikel dieſe Vorſtellung zu Grunde liegt); Centrum attractionis s. gravitationis; *Centre d'attraction ou de gravitation*, geſprochen, worunter derjenige Punct des anziehenden Körpers verſtanden wird, nach welchem die Richtung der ganzen Gravitation geht. Dieſen „Mittelpunct der Kräfte“ gibt in jedem Syſteme der Mittelpunct des Centralkörpers ab: in unſerm Planetenſyſteme, alſo in Bezug auf die gegen die Sonne gravitirenden Planeten, iſt es der Mittelpunct der Sonnenkugel, in unſerm Mond-

* Ich habe ſchon im Art. Mittagskreis bevorwortet, daß unſere Betrachtungen „Sphaeram obliquam“ der Nordhalbkugel vorausſetzen. Für die ſüdliche Halbkugel, wofern mein Werk den Weg dahin finden ſollte, würde die obige Definition, wie man leicht einſieht, einer Modification bedürfen.

** Ueber die Etymologie der Benennung der vier Cardinalpuncte: „Süden“, Norden, Oſten, Weſten, weiß ich nichts Näheres anzugeben; im „Dictionnaire étymologique“ von Nodier ſteht nur bei Nord „du saxon *north*“. — Rückſichtlich des Sprachgebrauchs will ich indeß bemerken, daß man unter „Süden“ die mittägige Himmelsgegend, unter Süd aber den daher wehenden Wind verſteht, und daß es ſich eben ſo mit Norden und Nord, Oſten und Oſt, Weſten und Weſt verhält. Nur Zuſammenſetzungen: Südfrucht, Nordlicht u. ſ. w. machen wieder eine Ausnahme.

ſyſteme, in welchem der Mond gegen die Erde gravitirt, der Mittelpunct der Erdkugel u. ſ. w.* — Bei den Reſultaten des wirklichen Falles, z. B. des Falles der Erdkörper (des Falles eines Steines gegen die, ſtreng kugelförmig** angenommene Erde) tritt nicht weniger Alles ſo ein, als wenn die dabei durch ihre Anziehung wirkſame Maſſe der Erdkugel im „Mittelpuncte“ dieſer Kugel vereiniget wäre; — und die nämliche Vorausſetzungen haben uns (Gravitation, S. 698. flgd.) bei Beſtimmung der Größe des freien Falles auf andere Weltkörpern geleitet.

Newton beweiſt nämlich in den „Principia“. Lib. I. prop. 71. (S. 466. unſerer Ausgabe †), daß wenn ſich die Anziehung einer Kugel, welche in gleichen Abſtänden vom Mittelpuncte gleiche Dichtigkeit hat (in welcher jede concentriſche Schicht von durchgängiger gleicher Dichtigkeitsbeſchaffenheit iſt*, jedes gleich große Stück jeder Schicht gleich viel wiegt), verkehrt wie die Quadrate der Entfernungen der gegen ſie gravitirenden Körper verhält, der Mittelpunct dieſer Kugel (der Mittelpunct ihrer Größe) auch der Mittelpunct ihrer Anziehung (der „Mittelpunct der Kräfte“) wird.

Da nun, wie ſich im citirten Art. Gravitation ſo ſorgfältig auseinander geſetzt findet, in der Natur ſämmtliche Materie überhaupt nach dieſem Geſetze gegen einander ſchwer iſt, und da beſonders die Geſtirn-Anziehung nach demſelben erfolgt, zugleich aber alle Himmelskörper als Kugeln angeſehen werden können, welche resp. in gleichen Abſtänden vom Mittelpuncte gleiche Dichtigkeit beſitzen; ſo muß man bei den Berechnungen der Gravitation von der Anſicht ausgehen, als wenn die Maſſen der Himmelskörper in deren Mittelpuncten concentrirt wären; — und unter dem hier zu erklärenden „Mittelpuncte der Kräfte“ iſt alſo der Mittelpunct der Größe der Geſtirn-Kugel (des Centralkörpers), gegen welche die Gravitation erfolgt, in unſerm Planetenſyſteme namentlich der Mittelpunct der Sonnenkugel zu verſtehen.

Unter den vielfachen übrigen Anwendungen des Ausdruckes „Mittelpunct“ iſt, aus unſern Geſichtspuncten, ferner noch zu betrachten** der Mittelpunct des Schwunges, Schwingungspunct; Centrum oscillationis; *Centre d'oscillation*, worunter derjenige Punct eines zuſammengeſetzten Pendels verſtanden wird, in welchem die ganze ſchwere Maſſe des Pendels, vereiniget gedacht, um eben den Aufhängungspunct eben ſo ſchnelle Schwünge machen würde, als das zuſammengeſetzte Pendel ſelbſt macht. Die

* In wie fern dabei dieſem Mittelpuncte eigentlich vielmehr der gemeinſchaftliche Schwerpunct des Centralkörpers und der gegen ihn gravitirenden Körper ſubſtituirt werden ſollte, darüber vergl. den eben citirten Art. Gravitation, namentlich S. 705. — Hier wird davon abgeſehen: die Maſſe der angezogenen (der gravitirenden) Körper bleibt hier unbeachtet.

** Die Erfahrung lehrt, daß die Richtung der Schwere auf der Erde überall lothrecht auf der Horizontal-Ebene, d. h. auf der Tangente des Umkreiſes iſt. Wird der Erdkörper alſo als eine vollkommne Kugel angenommen, ſo treffen jene Richtungen der Schwere im „Mittelpuncte“ der Größe mit dem „Mittelpuncte“ der Schwerkraft zuſammen; zieht man aber die Abplattung (vergl. d. A.) d. h. die ſphäroidiſche Geſtalt der Erde in Betracht, ſo findet, ſtreng genommen, jenes Zuſammentreffen natürlich nur unter dem Aequator und den Polen Statt. — Dieſe Bemerkung bezieht ſich jedoch, wie geſagt, nur auf den Fall der Erdkörper; gegen die Himmelskörper wirkt der Erdkörper als Kugel, in deren Mittelpuncte ſeine Maſſe concentrirt wäre.

† Ich bemerke nochmals, daß dieſe von mir benützte Ausgabe diejenige iſt, deren beide erſten Bande *Coloniae.* MDCCLX., der dritte aber *Genevae.* MDCCLXII. erſchienen ſind.

* Vergl. d. Art. Erde, S. 371., wo es aber, zur Verbeßrung eines überſehenen Druckfehlers, ſtatt „concentriſche Schichten von einer nach dem Centrum hin „wechſelnden“, wachſenden gleichförmigen Dichte“ heißen muß.

** Wegen „Mittelpunct der Schwere“ ſ. Schwerpunct.

für die Aſtronomie ſo wichtige Theorie der Pendel abſtrahirt nämlich, wie wir in dieſem Art. näher ſehen werden, bei ihren Betrachtungen, vom Gewichte ſowohl der Pendelſtange als der mit derſelben ſchwingenden Linſe, nach welcher Art ein Pendel in der Wirklichkeit doch nur zuſammgeſetzt werden kann, und nennt ein ſolches (bloß mathematiſches) Pendel, ein „einfaches“, lehrt aber, aus dem Gewichte jener Linſe und Stange (mit gleichzeitigem Bezuge auf die Länge der letzteren) die Länge des gleichgeltenden „mathematiſchen“ Pendels ableiten, welche letztere Länge auf jenem „zuſammengeſetzten“ (phyſiſchen) Pendel alsdann den „Mittelpunct des Schwunges“ bezeichnet*.

Endlich kömmt für uns noch in Betracht der freiwillige Mittelpunct der Umdrehung; Centrum rotationis spontaneum; *Centre spontané de rotation.* Wir haben nämlich im Art. Bahnen, S. 104. geſehen, daß die verbundene progreſſive und rotatoriſche Bewegung, namentlich unſerer Erdkugel, durch einen urſprünglichen excentriſchen* Anſtoß hat veranlaßt werden können, welcher, Behufs der beſtimmten rotatoriſchen Geſchwindigkeit, auf einen, in gleich beſtimmter Entfernung vom Centrum belegenen Punct hat gerichtet ſeyn müſſen; — und dieſem letzteren Puncte nun legt Johann Bernoulli (der uns ſo vielfach bekannt gewordene, 1747 als Profeſſor zu Baſel verſtorbene Mathematiker, der „Archimedes ſeiner Zeit“, wie er oft genannt wird) in ſeinen, l. c. angeführten Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand den obigen Namen bei.

Mittelpuncts-Gleichung, nur ein andrer Ausdruck für Gleichung der Bahn, ſ. d. A. oder Anomalie, S. 43.

Mitternacht, Mitternachtsgegend; **Septemtrio, Boreas, Plaga septemtrionalis s. borealis;** *Septentrion,* **Nord.** Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, in welcher der in unſern Ländern (auf der nördlichen Halbkugel) ſichtbare Weltpol ſteht, und wo die bei uns nicht untergehenden Geſtirne erſcheinen. Die Lateiniſche Benennung „Septemtrio“ dieſer Weltgegend rührt davon her, daß die Alten die zu jenen Geſtirne gehörenden ſieben, unter dem Namen des „Himmelswagens“ bekannten Sterne die

* Heißt, um Dieß, anticipirend, ſchon hier durch ein Beiſpiel recht deutlich zu machen, l die Länge (der Stange) eines phyſiſchen Pendels, p das Gewicht der Stange, g das Gewicht der Linſe; ſo iſt (Compenſation, S. 196.) die Gleichung zwiſchen der Länge dieſes „phyſiſchen“- und des „gleichgeltenden mathematiſchen“ Pendels (P): $\frac{{}^1/_3\, p + g}{{}^1/_2\, p + g}\, l = P$; — und die ſo gefundene Länge P bezeichnet demnach auf l (welches ſich, der Gleichung zufolge, länger als P ergibt) den „Mittelpunct der Schwingung“.

Es ſey, Behufs der Anwendung hiervon, eine (kürzere Metall-) Stange, wiegend 18 Loth, und eine 3 Loth ſchwere Linſe gegeben; bis zu welcher ganzen Länge (x) muß dieſe Stange ausgereckt werden, damit das daraus gebildete phyſiſche Pendel-Secunden ſchwinge, d. h. damit der „Mittelpunct ſeines Schwunges“ 441 (Pariſer) Linien (bekanntlich Länge des mathematiſchen Secundenpendels) unter den Aufhängungspunct falle?

Hier iſt $p = 18$, $g = 3$, $P = 441$; und man hat danach $\frac{6 + 3}{9 + 3} \cdot x = 441$, oder $x = \frac{4 \cdot 441}{3} = 588$, welches alſo lehrt, daß ein (phyſiſches) Pendel von den obigen Gewichtsverhältniſſen, eine Länge von 588 Pariſer Linien haben müſſe, damit ſein Schwingungsmittelpunct 441 Linien unter den Aufhängungspunct falle, und es alſo, gleich dem mathematiſchen Pendel von dieſer Länge, Secunden ſchwinge (ein Hingang gleich einem Rückgange eben 1" währe).

* Ein, auf eine frei im Raume ſchwebende Kugel in der Richtung des Centrums ausgeübter Stoß ertheilt dieſer Kugel offenbar nur eine progreſſive Bewegung; iſt der Stoß aber „excentriſch“, ſo entſteht, eben ſo offenbar, zugleich „Rotation“.

„ſieben dreſchenden Rinder“, „Septem Triones“ nannten.

Mitternacht, Mitternachtszeit; Media nox; *Minuit.* Derjenige Zeitpunct der Nacht, zu welchem der Mittelpunct der Sonne den tiefſten Stand unter dem Horizonte hat, oder in der unſichtbaren Hälfte des Meridians ſteht (die Zeit der „unteren“ Culmination — ſ. d. A. S. 211. — des Sonnen-Mittelpunctes). Da die Sonne, abgeſehen von allem Einfluſſe ihrer Eigenbewegung, von hieraus genau eben ſo viel Zeit zum Aufſteigen an den Horizont, als zum Niederſinken vom Untergange bis dahin gebraucht, ſo halbirt der Augenblick der „Mitternacht“ die Dauer der Nacht, und hat daher ſeinen Namen.

Die „Mitternacht“ iſt um 12 Stunden wahrer Sonnenzeit* von den Mittagen des vorhergehenden und des folgenden Tages unterſchieden; und die bürgerliche Zeitrechnung fängt den Tag vom Augenblicke der Mitternacht an.

* Da man die wahre Zeit (die Sonnen-Uhr) um „Mitternacht“ natürlich nicht beobachten kann, und ſich alſo doch auf mittlere Zeit beziehen muß, ſo will Dieß ſagen: Am z. B. 1ſten Januar beträgt die Gleichung der Zeit (vergl. d. A. S. 658.) im Moment des wahren Mittages (nahe) + 4': die Pendel-Uhr zeigt, wenn die Sonnen-Uhr 12 angibt, 12^h 4' 0'',
und am 2ten Januar . 12^h 4' 30'',
Unterſchied zwiſchen den beiden Folge-Mittagen . » » 30'',
demgemäß die, von ihnen beiden gleich weit abſtehende wahre Mitternacht (am 1ſten Januar) um $(\frac{30}{2} = 15)$ 12^h 4' 15'' mittlere (Pendel-Uhr-) Zeit fällt. — Auf die wahren 12 Sonnen-Stunden vom wahren Mittage bis zur wahren „Mitternacht“ des 1ſten Januar kommen an mittlerer Zeit 15 Secunden mehr: 12 wahre Sonnenſtunden eines 1ſten Januar tragen 12 Stunden 15 Secunden mittlerer Zeit aus; — und in ähnlicher Art verhält es ſich, mit Bezug auf die reſpective Zeitgleichung, für jedweden anderen Jahrestag.

Mitternachtspunct, Nordpunct; Septemtrio, Boreas; *Septentrion,* Nord. Der Durchſchnittspunct des Mittagskreiſes mit dem Horizonte an derjenigen Seite des Himmels, welche dem Nordpol zugekehrt iſt. Es iſt einer von den vier Haupt- oder Cardinalpuncten (ſ. d. A.), durch welche im Horizonte die vier Hauptgegenden (vergl. Weltgegenden) beſtimmt werden. Die Schiffer nennen ihn Norden*. Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die Mitternachtsgegend; und man ſagt von Demjenigen, was ſich daſelbſt zuträgt, es geſchehe gegen Mitternacht (oder, zur Vermeidung einer Zweideutigkeit, lieber gegen Norden).

Mittlere Entfernung; Distantia media; *Distance moyenne.* Man verſteht darunter in der Aſtronomie zuvörderſt allgemein die halbe große Axe der Bahn-Ellipſe, welche ein oder das andere Begleitgeſtirn um den Centralkörper ſeines Syſtems** beſchreibt; im beſondern aber bezeichnet man mit dieſem Ausdrucke die halbe große Axe der Erdbahn, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne = 20600000 † (andere Aſtronomen, namentlich Littrow, geben genauer 20658000, wieder andere 20667000) Meilen (geographiſche), und legt dieſen Werth bei andern aſtronomiſchen Entfernungsbeſtimmungen hiernächſt als Einheit zu Grunde. So finden wir z. B. im Art. Jupiter, S. 824. die halbe große Axe der Bahn dieſes Planeten = 5,2027911 halbe große Axen der Erdbahn (als

* Einer Etymologie gemäß, worüber ich in einer Anmerk. zu Mittagspunct Näheres beigebracht habe.

** Der Unterſchied zwiſchen dem Mittelpuncte dieſes Centralkörpers und dem eigentlichen Schwerpuncte (vergl. d. Art.) des ganzen Syſtems bleibt hier unbeachtet.

† Im Art. Durchgang, S. 243. ſind die Grenzen, zwiſchen welchen dieſer mittlere Werth geſucht werden muß, zu 20500000 und 20700000 Meilen nachgewieſen worden, woraus alſo, als arithmetiſches Mittel, die obige Beſtimmung der 20600000 Meilen folgt.

eine ſolche Einheit) angegeben, welches (mit Bezug auf den obigen Werth der letzteren = 20667000 [geograph.] Meilen) alſo ſagen will: jene halbe große Axe der Jupitersbahn ſey (5,2027911 . 20667000) = 107525000 Meilen.

Mittlerer Ort, ſ. **Ort**, wo dieſer Begriff „Ort" aus ſeinen mehrfachen aſtronomiſchen Geſichtspuncten zugleich betrachtet wird.

Mittlerer Planet; Planeta medius; *Planète moyenne.* Man verſteht darunter (ſ. Gleichung der Bahn, S. 642.) einen fingirten Planeten*, von welchem man annimmt, daß er (vergl. hinten) die ganze Bahn überhaupt zwar in derſelben Zeit wie der wahre, aber, ſtatt mit der ungleichförmigen Geſchwindigkeit dieſes letzteren, mit einer ſtets gleichförmigen (mit einer durchſchnittlichen) Winkelgeſchwindigkeit um den Brenn- (Kraft-) Punct durchlaufe. Der Bahnort dieſes „mittleren Planeten" iſt demnach, bei Beziehung auf einen beſtimmten Ausgangspunct und die ganze Umlaufszeit, offenbar durch bloße Regel-de-tri immer leicht anzugeben, und es läßt ſich daraus, wie eben im Art. Gleichung der Bahn gelehrt wird, alſo der entſprechende Bahnort des wahren Planeten ableiten, wodurch zugleich der Zweck dieſer Fiction bezeichnet wird.

Zu jenem Ausgangspuncte hat man den einen oder den andern Endpunct der großen Axe der Bahn-Ellipſe wählen müſſen, weil die beiden Planeten, dem Geſetze ihrer reſpectiven Bewegung gemäß, nur in dieſen beiden Puncten zuſammentreffen können**, und weil die Herleitung des Ortes des wahren Planeten aus dem des mittleren, als der angegebene eigentliche Zweck der Fiction, nur mit Bezug auf die große Axe ausführbar iſt. — Im Uebrigen bin ich freilich gezwungen, dieſer Fiction wegen auf den, deßhalb auch alsbald citirten Art. Gleichung der Bahn zu verweiſen.

Mittlerer Tag, ſ. **Tag**, wo ſich der Begriff, unter ſeinen mehrfachen Geſichtspuncten, durch Gegeneinanderſtellung, beſſer erklären läßt.

Monat*; Mensis; *Mois.* In der aſtronomiſchen Bedeutung (von der bürgerlichen iſt erſt unten die Rede): die Zeit, binnen welcher der Mond einen Umlauf um den Himmel zu vollenden ſcheint, oder auch die Zeit des Wechſels ſeiner Erſcheinungen (Phaſen) an Ab- und Zunahme, indem die erſte flüchtige Betrachtung keinen gar zu großen Unterſchied zwiſchen den beiden Beſtimmungen wahrnehmen läßt.

Eine genauere Prüfung des Vorganges zeigt jedoch bald, daß dieſer Zeitraum anders ausfällt, nachdem man ſich dabei auf andere Bedingungen der Erſcheinung bezieht: man kann die Zeit der ſcheinbaren Rückkehr des Mondes zu einem nämlichen Firſterne, oder zu den Nachtgleichen (oder, vergl. unten, zu noch andern Himmelspuncten), oder aber, wie geſagt, zu den nämlichen Phaſen beſtimmen (zu Grunde legen), d. h. man

* Haupt- oder Neben-Planeten; die Betrachtung findet, wie man leicht einſieht, auf den Lauf der Monde vollkommen die nämliche Anwendung.

** Der wahre Planet (ſein Radius vector) beſchreibt (zugleich, weßhalb ich eben hierher verwieſen habe) die halbe elliptiſche Bahnfläche um den Brennpunct in eben derſelben (der halben Umlaufs-) Zeit, in welcher der mittlere Planet um dieſen Punct auch die Hälfte der 360 Grad zurücklegt; nur die große Axe halbirt aber die Fläche der Ellipſe mit gleichem Bezuge auf den Kraftpunct; — bei der Halbirung durch die kleine Axe bleibt letzterer in der einen Hälfte. — Ich mache nur eben noch darauf aufmerkſam, daß dieſes Zuſammentreffen des „mittleren" und wahren Planeten blos in zwei Puncten der Bahn nicht verwechſelt werden darf mit dem jährlich viermaligen Zuſammentreffen der mittleren und wahren Sonne im Meridian, wovon bei Gleichung der Zeit, S. 655. die Rede iſt.

* Wegen der natürlichen nahen Verwandtſchaft dieſes Vortrages mit dem gleich folgenden Art. Mond, empfehle ich ſogleich und Ein für alle Mal die Vergleichung.

kann, in dieſem letzteren Falle, wiſſen wollen, wieviel Zeit von einem (Neu- oder) Vollmonde bis zum nächſten verſtreicht. Mit Beſtimmung gerade dieſes Zeitraums, nämlich des ſynodiſchen (des „Zuſammenkunfts"-) Monates (indem Erde, Mond und Sonne dann einander gegenüber kommen), als dem augenfälligſten, wollen wir anheben, und daraus die obige Dauer der Rückkehr des Mondes zu einem nämlichen Fixſterne: den ſideriſchen Monat, und zu den Nachtgleichen: den tropiſchen* Monat, ableiten.

Bei dieſer Ermittlung übertragen wir, wie dieß zur bloßen Erleichterung der Vorſtellung ſchon öfter, und namentlich im verwandten Artikel Finſterniſſe, S. 455. von uns geſchehen iſt, die Bewegung der Erde um die Sonne, vielmehr auf die letztere, und nehmen alſo die Erde im Mittelpuncte der ſie concentriſch umringenden engeren Kreis-Mondbahn und weiteren Sonnenbahn an: wenn der Mond dabei dergeſtalt hinter die Erde tritt, daß er dieſelbe eben zwiſchen ſich und der Sonne hat (daß ſeine Länge von der Länge der Sonne 180° verſchieden iſt), ſo haben wir Vollmond, und unter gewiſſen Bedingungen (hinreichend geringe Breite) zugleich eine Mondfinſterniß, welche ſich demnach nur im Vollmonde ereignen kann. Dieſer Umſtand ſoll uns alsbald dazu dienen, zunächſt die verlangte genaueſte Dauer des „ſynodiſchen" Monates (d. h. alſo von einem Vollmonde zum nächſt folgenden) anzugeben.

Man wähle nämlich (vergl. Chronologie, S. 180.) irgend eine ältere Beobachtung einer Mondfinſterniß, und vergleiche ſie mit einer neueren (und zwar möglichſt ſpäteren, damit ſich die „Ungleichheiten", von denen gleich die Rede ſeyn wird, um ſo beſſer compenſiren): das jedesmalige Mittel zwiſchen Anfang und Ende einer ſolchen Finſterniß gibt (mit vorläufiger hinreichender Genauigkeit) ihren Moment, und die Zwiſchenzeit zwiſchen dieſen beiden Momenten iſt eine Summe von unterdeß Statt gehabten ſynodiſchen Mondumläufen (Monaten). Bekannt braucht dann weiter noch nichts zu ſeyn, als was die allgemeinſte Betrachtung lehrt: daß immer in 59 Tagen 2 Vollmonde eintreten, und daß die Dauer eines ſynodiſchen Monates demnach beiläufig zu $\left(\frac{59}{2} =\right)$ 29½ Tage angeſchlagen werden kann; — mit dieſer Zahl hat man hiernach nur jene Zeit zu dividiren, und den Reſt auf die Einheiten des Quotienten gleich zu vertheilen, ſo kommt offenbar die genaue Dauer des durchſchnittlichen „ſynodiſchen" Monates, welcher ſich ſolchergeſtalt = 29 T. 12 St. 44′ 3″ findet*. — Dieſes Verfahren hat ſchon der uns bekannte

* Man begreift dieſe beiden letzteren, an Dauer (vergl. gleich oben) von einander ſehr wenig verſchiedenen Monate deßhalb auch unter dem gemeinſchaftlichen Namen des periodiſchen Monates, und ſetzt ſie ſolchergeſtalt dem „ſynodiſchen" entgegen.

* Ich ſage da eben „durchſchnittlich": denn wegen der eben erwähnten Ungleichheiten des Mondlaufes, welche wir im Artikel Mondungleichheiten näher kennen lernen werden, fällt die Dauer des ſynodiſchen Monates, um bei Minuten ſtehen zu bleiben (vergl. Cyklus, S. 214.), zwiſchen die Grenzen von 29 T. 19 St. und 29 T. 6 St. 30′, woraus die angegebene mittlere Dauer $\left(\frac{19\ \text{St.} + 6\ \text{St.}\ 30'}{2} = 12\ \text{St.}\ 45'\right)$, wie man ſieht, auch nahe wieder hervorgeht. Man hat dieß, nach genauerer Kenntniß jener Ungleichheiten, ermitteln können, indem dadurch möglich ward, ſtatt des Durchſchnittswerthes, die jedesmalige Dauer der Lunation, der Wiederkehr des Mondes, nach einer ganzen ſynodiſchen Revolution, zum Längenabſtande der (vergl. oben) 180° von der Sonne (zur Vollmondsphaſe), nach Maßgabe des im beſtimmten Falle gleich beſtimmten Ungleichheits-Einfluſſes, anzugeben. — Auſſerdem bemerke ich in dieſem Bezuge noch, daß 12 ſolche „durchſchnittliche" ſynodiſche Monate das Mondenjahr von (12.29 T. 12 St. 44′ =) 354 T. 8 St. 48′ geben, über welches ſich d. A. Jahr, S. 800. näher erklärt.

Alexandriniſche Aſtronom Ptolemäus angewendet, und dazu eine von den Chaldäern, 320 Jahre vor Chriſtus gemachte Beobachtung einer Mondfinſterniß benützt.

Während eines ſolchen „ſynodiſchen Monates“ hat aber der Mond, indem er dabei der, unterdeß auch in Bewegung begriffnen Sonne wieder gegenüber kommen muß, offenbar mehr als den ganzen Umfang ſeiner Bahn, d. h. mehr als 360°, und zwar ſo viel mehr zurückgelegt, als die Sonne ſelbſt in den 29 T. 12 St. 44′ in ihrer Bahn macht; und um demnach zu wiſſen, wieviel mehr dieß austrägt, muß man offenbar ſetzen:

$365\frac{1}{4}$ Tag (Dauer des tropiſchen Jahres) : 360° = $29\frac{1}{2}$ Tag : x (ich bleibe bei dieſen annähernden Werthen ſtehen), woraus x (beiläufig, denn ich will nur den Geiſt des Verfahrens kennen lehren) = 29 kommt, und welches alſo lehrt, daß der Mond in den $29\frac{1}{2}$ Tagen ſeines ſynodiſchen Umlaufes nicht bloß die vollen 360° ſeiner Bahn, ſondern noch 29° darüber, und ſolchergeſtalt (360 + 29 =) 389° durchlaufen hat. Da ſich aber der ſideriſche Monat (x), zu deſſen Ableitung aus dem „ſynodiſchen“ ich, bevorwortetermaßen, jetzt übergehe, nur auf die vollen 360° der Bahn beſchränkt; ſo folgt er aus dem letzteren durch die Proportion 389° : $29\frac{1}{2}$ Tagen = 360° : x, welches ſeine Dauer = $27\frac{1}{3}$ Tage (genauer 27 T. 7 St. 43′ 11″) gibt *.

Der tropiſche Monat ferner: die Rückkehr des Mondes zum Frühlingspuncte, muß wegen des Vor- (Zu- „Rück“-) Rückens der Nachtgleichen etwas kürzer als der ſideriſche ausfallen. Letzteres beträgt in 1 Jahre 50″, oder in 1 Monate etwann 4 Bogenſecunden; und es fragt ſich daher, wieviel Zeitſecunden der Mond zu deren Durchlaufung bedarf? Nun macht der Mond täglich ($\frac{360}{27\frac{1}{3}}$ etwann =) 13, d. h. in der Stunde (in 3600″) ½° = 1800 (Bogen-) Secunden, demzufolge man hat

1800 Bogenſecunden : 3600 Zeitſecunden = 4 : 8″, und wonach ſich der Unterſchied an Dauer des ſideriſchen vom ſoviel kürzeren „tropiſchen“ (ſolchergeſtalt 27 T. 7 St. 43′ 4″ betragenden) Monate alſo nur auf die (vergl. d. vorausgehende Anmerk.) Kleinigkeit von (7 bis) 8 Secunden beläuft, welcher Umſtand das oben angeführte Zuſammenbegreifen dieſer beiden Arten von Monaten unter dem gemeinſchaftlichen Namen des periodiſchen rechtfertiget.

Auſſerdem bezieht man ſich aber, bei Beſtimmung der verſchiedenen Arten von Monaten, angedeutetermaßen, auch noch auf andere Himmelspuncte. Die Knoten (vergl. d. A.) der Mondbahn rücken nämlich, in derſelben Art wie oben die Nachtgleichen, nur mit größerer Geſchwindigkeit der Ordnung der Zeichen entgegen, daher der Mond den Knoten ſchneller als den Frühlingspunct wieder erreicht, und der darauf bezogene-, der ſogenannte Dra-

* Man könnte (vergl. Aſpecten, S. 53.) umgekehrt dieſen ſideriſchen Monat, d. h. alſo die Rückkehr des Mondes zu einem nämlichen Firſterne, zunächſt beobachtet haben, und hätte daraus ſodann den ſynodiſchen Moment durch die l. c. gegebene Formel $\frac{Tt}{T-t}$ abzuleiten. Bedeutet nämlich in derſelben T die Dauer des Erdenjahres ($365\frac{1}{4}$ Tage), und t jenen ſideriſchen Monat ($27\frac{1}{3}$ Tage), ſo wird die Frage nach dem ſynodiſchen Monate (M) offenbar durch die Proportion 1 Tag : $\frac{360^\circ}{27\frac{1}{3}} - \frac{360^\circ}{365\frac{1}{4}}$ = M : 360° ausgedrückt, woraus M = $\frac{365\frac{1}{4} \cdot 27\frac{1}{3}}{365\frac{1}{4} - 27\frac{1}{3}} = \frac{Tt}{T-t}$ = (den obigen beiläufigen) $29\frac{1}{2}$ Tagen hervorgeht.

Sollte man jedoch bei dieſer Proportion Anſtand finden, ſo ermeſſe man, daß, da der Mond, angegebenermaßen, täglich $\frac{360^\circ}{27\frac{1}{3}}$, die Erde aber $\frac{360^\circ}{365\frac{1}{4}}$ macht, das Wiederzuſammentreffen beider, von einer Oppoſition ausgehend gedachten Geſtirne, zu derſelben, erfolgen muß, wenn die Differenz $\left(\frac{360^\circ}{27\frac{1}{3}} - \frac{360^\circ}{365\frac{1}{4}}\right)$ den ganzen Kreisumfang (die obigen 360°) erreicht.

chenmonat* (Mensis draconiticus; vergl. d. Anmerk.) auch wieder kürzer als der tropiſche, nämlich nur = 27 T. 5 St. 6′ 56″ gefunden wird. Für Leſer, welche ſich hiervon durch eigenes Nachrechnen überzeugen, alſo dieſen „Drachenmonat“ aus dem tropiſchen (ganz in derſelben Art, wie wir oben den letzteren aus dem ſideriſchen ermittelt haben) herleiten wollten, brauche ich nur zu bemerken, daß dieſer Rückgang der Knoten in 1 gemeinen Jahre (in 365 Tagen) 19° 19′**, alſo ſchon während Eines Monates beiläufig 1½° beträgt.

Umgekehrt dagegen verhält es ſich mit noch einem andern, dem anomaliſtiſchen (vergl. Anomalie) „Monate“, d. h. der Zeit, binnen welcher der Mond zu den Himmelspuncten ſeiner Erdferne oder Erdnähe (den Endpuncten der großen Axe ſeiner Bahn-Ellipſe) zurückkehrt. Da die großen Axen der Geſtirnbahnen nämlich (ſtatt der eben berückſichtigten rückläufigen Bewegung der Nachtgleichen und Knoten) vielmehr eine eigene rechtläufige Bewegung haben, und dieſe Bewegung namentlich für die Mondbahn, für welche ſie beträchtlich iſt, ſchon in einem periodiſchen Monate auf 3° 4′ ſteigt; ſo muß der Mond zur Wiedererreichung jener Puncte auch eine längere Zeit als letzteren Monat anwenden, welche Zeit meine Leſer, bei abermaliger eigener Berechnung = 5 St. 35′, und den anomaliſtiſchen „Monat“ daher (= dem periodiſchen von 27 T. 7 St. 43′ + 5 St. 35′) = 27 T. 13 St. 18′ finden werden.

Ein letzter („aſtronomiſcher“) Monat endlich iſt der Sonnenmonat, worunter man, da 12 Mondwechſel faſt* 1 Sonnenjahre gleichkommen, den 12ten Theil des letzteren, nämlich einen Zeitraum von $\left(\frac{365\,^1/_4}{12} = \right)$ 30 Tagen 10 Stunden 30 Minuten begreift. Dieſer „Sonnenmonat“ iſt eigentlich die, wenigſtens ungefähre Zeit des Verweilens der Sonne in jedem der 12 himmliſchen Zeichen (ſ. d. A.).

Die hier nachgewieſenen (ſechs) aſtronomiſchen Monate ſind alſo in einer nochmaligen Zuſammenſtellung und nach der, von uns befolgten Ordnung ihrer Entwicklung:

1.	der ſynodiſche Monat von	29 T.	12 St.	44′	2″,
2.	der ſideriſche	27 —	7 —	43 —	11,
3.	der tropiſche	27 —	7 —	43 —	4,
4.	der Drachen- (Knoten-) Monat	27 —	5 —	6 —	56,
5.†	der anomaliſtiſche	27 —	13 —	18 —	35,
6.	der Sonnenmonat	30 —	10 —	30 —	.

Von dieſen „aſtronomiſchen“, die wirkliche Dauer der Himmelsbewegung in den kleinſten Zeittheilen angebenden Monaten, unterſcheiden ſich aber, bevorworteter maßen, die bürgerlichen Monate, welche, zum Gebrauche der Geſellſchaft, aus einer Anzahl von (Chronologie, S. 179. und 181.) ganzen Tagen beſtehen müſ-

* Dieſer Ausdruck rührt (ich habe deßwegen in „Drachenmonat“ hierher verwieſen) von der alten Sitte her, den aufſteigenden Knoten der Mondbahn den „Drachenkopf“, und den abſteigenden den „Drachenſchwanz“ (la tête et la queue du dragon) zu nennen, indem die Mythe den Mond bei ſeinen, immer in der Nähe der Knoten eintretenden Finſterniſſen, im Kampfe mit einem Drachen wähnte.

** Für ängſtlichere Leſer: dieſelben finden in andern Werken, ſtatt der obigen 19° 19′, ohne Angabe des Grundes, 19° 20′. Dieß rührt (vergl. Mond) von der verſchiedenen Beziehung, entweder auf die Nachtgleichen, oder aber auf die Fixſterne her, eine Bemerkung, welche auch für den gleich folgenden anomaliſtiſchen Monat gilt.

† Der gleich Eingangs zur Vergleichung empfohlne Art. Mond betrachtet dieſe fünf Monate (Mond-Umläufe) unter einem noch weiteren Geſichtspuncte.

* Freilich nur „faſt“: wir haben das eigentliche „Mondenjahr“ (vergl. hinten) von 12 ſolchen ſynodiſchen Monaten (ſtatt des Julianiſchen Jahres von 365¼ Tagen) oben nur = 354 Tagen 8 Stunden, alſo beinahe 11 Tage kürzer gefunden.

ſen. Die in unſerm „Kalender“ (vergl. d. A. S. 840.), bei unſerem, bloß auf den Sonnenlauf begründeten, die Rückſicht auf den Mond ganz ausſchließenden Jahre, beobachtete dießfallſige Einrichtung iſt den Leſern hinreichend bekannt, findet ſich aber, auch unter dem hiſtoriſchen Geſichtspuncte, in dem genannten Artikel noch näher erläutert: bei unſern „bürgerlichen“ (den obigen „Sonnen-Monaten“ am nächſten kommenden) Monaten von abwechſelnden 30 und 31 Tagen, worunter alſo nur der Februar eine Ausnahme macht, iſt von einem wiederkehrenden Zuſammentreffen der Neumonde (oder einer andern beſtimmten Phaſe) mit dem 1ſten Monatstage natürlich nicht weiter die Rede: die Neumonde fallen bald auf dieſen, bald auf jenen Monatstag, und kehren erſt nach 19 Jahren auf (vergl. Cyklus, S. 214.) denſelben „Monats“- (Jahres-) Tag zurück, ſo daß, wenn in irgend einem Jahre z. B. am 1ſten Januar Neumond geweſen iſt, nicht früher als im zwanzigſten Jahre darauf Neumond wieder auf den 1ſten Januar kommt *.

Die bürgerlichen „Monate“ anderer (nicht chriſtlicher) Völker dagegen, z. B. der Muhamedaner, richten ſich, wie im ſchon citirten Art. Kalender näher gezeigt wird, wirklich nach dem ſynodiſchen Monate, nach dem Neumonde (oder doch dem erſten Wiederſichtbarwerden *), von deſſen 2maligem Eintritte in ($2 . 29\frac{1}{2} =$) 59 Tagen vorn die Rede geweſen iſt, demgemäß dieſe „Muhamedaniſchen“ Monate (vergl. nochmals Kalender, S. 870.) abwechſelnd aus 30 und 29 ($30 + 29 = 59$) Tagen beſtehen, ſo, daß (mit Nachhülfe einiger Einſchaltungen) der 1ſte eines jeden „bürgerlichen“ Monates der Muhemedaner, auch in der That, wenigſtens nahe, mit dem aſtronomiſchen „Monate“, mit dem Neumonde (oder mit der angegebenen andern beſtimmten Phaſe), womit einmal angehoben worden iſt, immer wieder zuſammentrifft **.

In ähnlicher Art war die Einrichtung bei manchen alten Völkern, namentlich bei den Griechen, nur daß Letztere die ſolchergeſtalt nach dem Monde regulirten Monate noch zugleich mit dem Sonnen-Jahre zu combiniren bemühet waren, welches ſie alſo zwang, die aus der vorn nachgewieſenen Differenz zwiſchen dem Sonnen- und Mondjahre (365 — 354) entſpringenden 11 Tage zu ganzen Monaten, denen ſie meiſtens 30 Tage gaben, zu vereinigen, welche ſie einſchalteten: ſie ließen demgemäß in der Regel zunächſt „Monate“ von 29 und 30 Tagen wechſeln, vereinigten ſodann die während der 19 jährigen

* So traf (Goldene Zahl, S. 670.) um bei den neueſten Beiſpielen ſtehen zu bleiben, auf den 1ſten Januar 1805 ein Neumond, und erſt nach Ablaufe von . . . . 19 Jahren, alſo mit Eintritte des 20ſten Jahres, auf den 1ſten Januar 1824 abermals ein Neumond, wonächſt wieder nach . . . . 19 Jahren, alſo im Jahre . . . . 1843 der Neumond auf den 1ſten Januar, in den Zwiſchen-Jahren aber ſtets auf andere „Monats“- (Jahres-) Tage kömmt.

* Ein ſolcher, von der erſten Wiederſichtbarwerdung des Mondes (der Mondſichel, vergl. unten) nach dem Neumonde bis zur nächſtfolgenden gerechneter, an Dauer dem gewöhnlichen ſynodiſchen Monate offenbar gleicher Monat heißt (bei Deutſchen Schriftſtellern) ein Erleuchtungsmonat (in Lateiniſchen oder Franzöſiſchen Werken finde ich ſeiner nicht erwähnt).

** Das Muhamedaniſche Jahr iſt bei dieſer Beziehung auf den Mond, wie ich hier aus dem citirten Art. Kalender nochmals hervorhebe, auch nur ein aus 12 ſynodiſchen Monaten, alſo ($12 . 29\frac{1}{2} =$) 354 Tagen beſtehendes Monden-Jahr, deſſen ich, mit Verweiſung hierher, eben Erwähnung gethan habe: dieß Muhamedaniſche Jahr ſteht ganz ſo vom Sonnenlaufe, als das unſrige (vergl. vorn) dagegen vom Mondlaufe ab.

Mondperiode, nach welcher, auseinandergeſetztermaßen, die Neumonde von ſelbſt wieder auf denſelben Jahrestag zurückkehren, aufkommenden obigen (19 . 11 =) 209 Tage zu 7 dergleichen, in die einzelnen Jahre (von demnach nicht immer gleicher Dauer) zu ſchiebenden Schaltmonaten (z. B. 6.30 + 1. 29 = 209), und bildeten alſo lauter „bürgerliche", mit den aſtronomiſchen daher ſtets nahe übereinſtimmende Monate von 30 und 29 Tagen *. — Das Detail dieſes ſinnreichen Verfahrens, von welchem ich hier zur plangemäßen eigenen Abrundung des Vortrages über Monat nur eine Idee geben wollte, findet man, wie geſagt, im Art. Kalender, sub initio, und muß ich dießfalls dahin verweiſen; — ich hebe nur noch hervor, daß ſich dieſer Einrichtung gemäß, die erſten Tage jedes Griechiſchen Monates, wie man gleich einſieht, durch die Wiedererſcheinung der Mondſichel bezeichnet fanden, und das Volk ſich daher auch nach dem eben erwähnten „Erleuchtungsmonate" richten konnte. Dagegen habe ich, ſchon in Jahr, S. 801. wegen der Namen der Monate, wie ſie bei uns im Gebrauche ſind (denn bei den Juden, Türken u. ſ. w. finden bekanntlich ganz andere Ausdrücke, auf welche ich nicht weiter eingebe, Statt) eine Auskunft im gegenwärtigen Artikel verheißen. Wir haben dieſelben zunächſt von den Römern entlehnt. Der Januar ſoll dieſen Namen vom Gotte Janus, der März vom Mars, der Mai von der Maja, der Junius von der Juno erhalten haben; den Februar leitet man von „februare" (reinigen) ab, weil in demſelben, am Feſte der Lupercalien, die Reinigungen der Lebenden (und die Sühnopfer für die Todten) vorgenommen wurden; den April aber ſoll von „aperire" (öffnen) kommen, indem ſich in dieſem Frühlingsmonate der Schooß der Erde wieder öffnet; die Namen September, October, November und December erklären ſich von ſelbſt, weil ſie im Römiſchen, mit dem März anfangenden Kalender, in der That die 7te, 8te, 9te und 10te Stelle einnahmen; und aus eben dem Grunde hießen der Julius und Auguſt anfänglich Quinctilis und Sextilis, und wurden erſt ſpäter, jener dem Julius Cäſar, dieſer dem Kaiſer Auguſtus zu Ehren umgetauft.

Die ſchönen „Monats"-Namen des Republikaniſch-Franzöſiſchen Kalenders endlich anlangend, welche denn doch wenigſtens ihre hiſtoriſche Berühmtheit behaupten werden; ſo habe ich dieſelben, mit ihren Erklärungen gleich im Artikel Kalender, S. 872. beibringen müſſen, und verweiſe ſchließlich nochmals dahin.

Mond; Luna; *Lune.* Das „Licht unſerer Nächte", der von den Aſtronomen mit dem Zeichen ☾ belegte Neben-Planet (Satellit, Trabant) des Haupt-Planeten Erde *, welchen er in der Monatsbahn umkreiſt, und indeß mit und von demſelben, zugleich in deſſen Jahresbahn um die Sonne fortgeführt wird **. Von dem dabei eintretenden ver-

* Nämlich, nach einer mit einem Neumonde anhebenden Periode von 19 Julianiſchen Jahren, ſind (vergl. wieder Cyklus, S. 214.) 235 ſynodiſche Monate genau ſo abgelaufen, daß mit dem letzten Tage des 19ten Jahres die 235te Lunation eben auch ſchließt, und daß alſo mit dem 1ſten Tage (unſerm 1ſten Januar) des 20ſten Jahres gerade ein Neumond eintritt. Die Griechen konnten daher durch lauter ſolche ſynodiſche Monate fortgehend, ihre Zwiſchenjahre beliebig mit einem ſolchen anfangen und beenden, und trafen am Schluſſe des 235ten derſelben doch wieder dergeſtalt mit dem Julianiſchen (dem Sonnen-) Jahre zuſammen, daß der Folgetag zugleich (Monden-) Monats- und (Sonnen-) Jahres Anfangstag wurde.

* Die größere Ausführlichkeit des Artikels wird unter dieſem Geſichtspuncte der nächſten Beziehung zu uns ihre natürliche Rechtfertigung finden.

** Es iſt alſo nicht die iſolirte Erde, welche um die Sonne läuft, ſondern das durch ſie und den mit ihr verbundenen „Mond" gebildete Erdſyſtem, in welchem ſie ſelbſt nur als das Hauptglied erſcheint; und unſer Planet Erde zeichnet ſich (vergl. unten) hierdurch vor den

ſchiedenen Stande des Mondes gegen die ihn erleuchtende Sonne, rührt es her, daß ſich uns dieß an und für ſich dunkle Geſtirn, mit ſeinem alſo von ihr nur *erborgten* Lichte, in bekannter Erſcheinung, deren ich aber, als des auffallendſten Umſtandes, ſogleich wenigſtens allgemeine Erwähnung thun muß, bald *ſichelförmig*, bald *oval*, bald *kreisrund* (Vollmondsſcheibe) darſtellt, oder ſich auch unſern Blicken eine Zeit lang *ganz entzieht*, worüber das Weitere hiernächſt in dem beſonderen Art. *Mondphaſen* beigebracht werden ſoll. Hier hebe ich, in dieſem Bezuge, nur noch alsbald hervor, daß uns jene *ſcheinbare Scheibenform* von der *wirklichen Kugelform* des Mondes verſichert, da eine Kugel aus ſeiner Entfernung nicht anders erſcheinen kann, worüber das Nähere indeß auch erſt noch unten vorkommen wird. Eine fernere Beobachtung des Mondes lehrt, daß er, mit eigener Bewegung unter den Fixſternen ſehr ſchnell, täglich faſt 13°, nach der Folge der Zeichen (in der aller planetariſchen Revolution gemeinſchaftlichen Richtung, von Weſten nach Oſten, von der Rechten zur Linken), fortrückt. Hierbei iſt kein Stillſtand und Rückgang (gleichwie bei den Planeten, von denen uns ſonſt namentlich *Venus* in ganz ähnlicher Art „Phaſen“ zeigt) zu bemerken; wohl aber erfolgt die Bewegung übrigens nicht weniger ungleich als die planetariſche, indem ſie abwechſelnd langſamer und ſchneller gefunden wird. Auch geht der Mond dabei nicht in der Eklyptik ſelbſt, ſondern hat bald eine nördliche, bald eine ſüdliche Breite, die jedoch nie über 5¼° ſteigt.

Aus dieſen Wahrnehmungen, welche ſchon von der früheſten Aſtronomie nicht verkannt werden konnten, hat man demnach ſogleich ſchließen dürfen, daß der

Planeten Mercur, Venus und Mars, zu deren Gruppe er übrigens gehört, und mit welchen er ſonſt ſoviel Aehnliches gemein hat, beſonders aus (wiewohl ich auf dieſe Veranlaſſung die ſchon öfters gemachte Bemerkung wiederhole, daß die Nicht-Exiſtenz von Monden bei *Mars*, für deren Vorhandenſeyn vielmehr eine ſtarke Analogie ſpricht, noch nicht vollkommen erwieſen iſt).

Dieſer Verbindung zu einem Syſteme gemäß, läuft, *genau genommen* (vergl. *Gravitation*, S. 705. und *Brennpunct*, S. 138.) weder der Mond um das Centrum der Erde, noch dieſe *ſelbſt* um das Centrum der Sonne: im „Erdſyſteme“ bildet ſich nach dem Geſetze des Gleichgewichtes, zwiſchen Mond und Erde ein gemeinſchaftlicher Schwerpunct, um den ſich zunächſt beide bewegen, indeß *dieſer* Punct die Bahn um die Sonne (oder vielmehr wieder um den gemeinſchaftlichen Schwerpunct des *ganzen Sonnenſyſtems*) beſchreibt. Man denke ſich, zur Verſinnlichung hiervon, einen doppelarmigen Hebel, an den Enden ſeiner beiden Arme von den Längen L und l, die reſpectiven Gewichte der Mondmaſſe = m, und Erdmaſſe = E tragend; ſo iſt bekannt, daß ein Gleichgewicht nur beſtehen kann, wenn

$$l : L = m : E.$$

Nun *wiegt*, wie ich aus dem Texte ſchon hier anticipiren muß, der Erdkörper 87 Mal ſo viel als der Mondkörper (d. h. *beide* Geſtirne *zuſammen* wiegen ſo viel als 88 Monde), und auf die *ganze* (mittlere) Entfernung zwiſchen beiden kommen (vergl. wieder hinten im Texte) 51829 Meilen; $\frac{51829}{88}$ iſt aber = 589 = l = dem kürzeren Hebelarme, d. h. wirklich = der Entfernung des *Erdmittelpunctes* von dem, in Rede ſtehenden, gemeinſchaftlichen *Schwerpuncte*. Hierbei iſt indeß wohl zu bemerken, daß, da der Halbmeſſer der Erdkugel . . 859 Meilen beträgt, jener, von ihrem *Mittelpuncte* alſo nur 589 —

abſtehende Schwerpunct, doch noch um . . . . . 270 Meilen

innerhalb derſelben fällt (gleichwie Aehnliches vom ebenfalls erwähnten *Schwerpuncte* des *ganzen Sonnenſyſtems* in Bezug auf den *Sonnenmittelpunct* gilt), demgemäß für die Berechnungen ein Unterſchied zwiſchen dieſen Puncten, welchen ich jetzt nur gleich hervorheben wollte, in der Folge meines Vortrages weiter nicht mehr gemacht werden wird.

Mond wirklich die gleich Eingangs poſtulirte Bewegung in einer Bahn um die Erde* habe, daß er dieſe Bahn (vergl. d. vorangehenden Art. Monat) ſelbſt in der Zeit von etwann 27½ Tagen (1 Tag : den obigen 13° = 27½ : nahe 360°) durchlaufe, daß aber die Erde (von deren Entfernungsverſchiedenheit die Ungleichheit der Bewegung abhängt) nicht genau im Mittelpuncte der Bahn ſtehe, und daß letztere auch nicht in der Eklyptik liege, ſondern gegen dieſelbe unter einem Winkel von den angegebenen 5¼° geneigt ſey. Auſſerdem zeigen die Sonnenfinſterniſſe, bei denen der Mond, die Sonne verdeckend, zwiſchen ſie und die Erde tritt, daß er uns näher als dieſes Geſtirn iſt; und da er ſolchergeſtalt nicht nur ſie, ſondern auch alle übrigen Geſtirne, welchen er begegnet, bedeckt, ſo muß er ſchlechterdings überhaupt der der Erde nächſte Himmelskörper ſeyn. — Die angedeutete Möglichkeit, ſich durch dieſe Umſtände die vollkommenſte Gewißheit über die behauptete wirkliche Umlaufung der Erde durch den Mond, als das ihr nächſte Geſtirn, zu verſchaffen (wogegen, eben zur Erregung von Mißtrauen bei zweifelſüchtigen Leſern, die von der früheren Aſtronomie nicht weniger prätendirte Umlaufung der Erde namentlich durch die Sonne, ſpäterhin doch als bloße ſinnliche Täuſchung befunden wurde) habe ich, wie geſagt, zuvörderſt im Allgemeinen recht hervorheben wollen; und gehe nun erſt in ſtrengerer Form und mit genauerem Zahlendetail in meiner Mond-Monographie weiter.

Unſer Mond, der Trabant unſeres Planeten Erde, gehört, wie alſo ſchon aus dieſen vorläufigen Betrachtungen unwiderſprechlich erhellt, und wie ich nur Behufs der Beibringung der in der Anmerk. aufgeſtellten Anſicht, nochmals wiederhole, zur Claſſe der Nebenplaneten, d. h. derjenigen Geſtirne des Sonnenſyſtems, welche zunächſt um ihren Haupt-Planeten eine Bahn beſchreiben, zugleich aber von dem letzteren um die Sonne geführt werden*; — die übrigen Monden-begleiteten Planeten, welche wir kennen: Jupiter, Saturn, Uranus (vergl. d. A. A.) haben mehrere Monde; und die Begleitung durch Einen Mond iſt demnach, wie (vergl. gleich vorn**) auch beſonders hervorgehoben werden muß, eine auf unſern Planeten eingeſchränkte Auszeichnung: das einzige Beiſpiel dieſer Art im ganzen Syſteme.

Jene Bahn des Mondes um die Erde iſt, gemäß der (vergl. Bahnen, S. 92.), aller progreſſiven Geſtirnbewegung gemeinſchaftlichen Bahnform, eine Ellipſe, deren einen Brenn- (den „Kraft“-) Punct demnach die Erde, als der Centralkörper des Mondlaufes, einnimmt, deren Excentricität (ſ. gleich unten) ſich aber ſo unbedeutend findet, daß man wenig irrt, wenn man dieſe Ellipſe als einen Kreis behandelt, in welchem die Erde nur etwas auſſer dem Mittelpuncte ſteht (Excentriſcher Kreis, wie auch darüber ein eigener ausführlicher Artikel handelt). Indeß rührt es, wie man leicht einſieht, daher, daß der Mond bei jedem Umlaufe in eine weiteſte und eine geringſte Entfernung von der Erde (Erdferne, Erdnähe, beides beſondere A. A. abgebend) kömmt: in der erſteren iſt er von ihr im Mittel . . . 55000,
in der letzteren . . . . 48000 Meilen
entfernt, wonach die eben erwähnte „Excentricität“ = ... $\frac{7000}{2}$

* Die Vereinigung aller der angeführten Einzelheiten zu dieſem ſtrengen Schluſſe überlaſſe ich zweifelſüchtigen Leſern ſelbſt, gleichwie ich Ihnen die Sätze über die Bewegung der Erde (vergl. d. A.) nicht aufgedrungen, ſondern Sie dieſelben auch ſelbſt habe finden laſſen.

* Mädler, der Mondtopograph per excellentiam (die Angabe ſeiner Mondwerke unten), ſtellt unſern Planeten Erde in dieſer Relation zum Monde als Nebenplaneten, unter dem Geſichtspuncte eines, „den Doppelſternen analogen Doppel-Planeten“ dar, eine Anſicht, welche ſich im Art. Fixſterne („Doppelſterne“), S. 563. weiter ausgeführt findet.

** Ich habe dort nämlich von „Monden, nicht von Einem Monde des Mars“ geſprochen, und kann mich, obwohl die wirkliche Entdeckung noch nicht geglückt iſt, aus analogiſchen Gründen, von dieſer Ueberzeugung, welche auch Bode

= 3500 Meilen betrüge. Allein dieſelbe iſt, wie ich alsbald bevorworten muß, gleich *allen* übrigen Dimenſionen der Mondbahn, aus Gründen, über welche ſich d. A. *Mondungleichheiten* näher verbreiten wird, *großen* periodiſchen Veränderungen unterworfen; und die Leſer finden ſie daher in den Tafeln, ebenfalls nach einem Mittelwerthe, nur = 0,055 der halben großen Axe angeſetzt, welches ſie (ich komme hinten noch unter einem andern Geſichtspuncte darauf zurück) (55000 + 48000 = 103000, davon die Hälfte etwann = 52000, und multiplicirt mit den 0,055) noch nicht ganz = 3000 Meilen gibt. Aus denſelben Gründen werden wir fernerhin die *mittlere* Entfernung des Mondes von der Erde (welche, gleich Eingangs, nach dem dort von *Mädler* berechneten Durchſchnitte, mit einer die Leſer wohl überraſchenden Präciſion, zu 51829 Meilen beſtimmt iſt, in runderer Zahl) = 52000 Meilen = etwann 60 Halbmeſſern der Erdkugel* (= 60 . 859½ Meilen) ſetzen, demgemäß die Entfernung des Mondes von der Erde ziemlich $^1/_{400}$ der Entfernung der letzteren von der Sonne ($\frac{20800000}{400}$ Meilen) austrägt*.

(„Sternkunde". I. 474.) mit mir theilt, nicht trennen.

* Bei der Herleitung der Entfernung des Mondes von der Erde durch Beobachtung ſeiner Horizontal-*Parallaxe* (wozu letzterer Art. ausführliche Anleitung ertheilt), liegt nämlich, wie ich mit Verfolgung des ſogleich betretenen *heuriſtiſchen* Weges, beſonders bemerke, der *Halbmeſſer der Erde* als Einheit zu Grunde, woraus die *Meilen*zahl ſodann durch Multiplication mit den obigen 859½ Meilen, welche er ſelbſt enthält, folgt. Nehmen wir nun ferner an, eine ſolche Beobachtung ſey in der *mittleren* Entfernung des Mondes gemacht, und es ſey dabei zugleich ſein *Durchmeſſer* gemeſſen worden, ſo laſſen ſich aus dem nachherigen Maße des letzteren in der *Erdferne* (S. 374.), wo derſelbe, im Verhältniſſe der gewachſenen Entfernung, natürlich am *kleinſten*, und in der *Erdnähe*, wo er am größten erſcheinen muß, durch Regel-de-tri, die, im Texte von mir angegebenen entſprechenden Entfernungen in Meilen folgern.

Um aber überdieß die Uebereinſtimmung jener neueren (*Mädler*'ſchen) Ermittlungen mit älteren darzuthun, und dadurch das Vertrauen der Leſer, worauf mir freilich Alles ankommen muß, vollkommen zu befeſtigen; ſo füge ich noch hinzu, daß ſchon *Lalande* („Mémoire sur la parallaxe de la Lune". Paris. 1752.) die *größte* mögliche Horizontal-Parallaxe des Mondes (alſo beim *geringſten* Abſtande von

der Erde) . . . . . 61′ 32″,
die *kleinſte* . . . . 54 — 2

gefunden hat, woraus die

mittlere . . . . $\frac{115' \; 34''}{2}$

= 57′ 47″ (*Littrow* gibt 57′ 34″) hervorgeht. Jener *größten* Parallaxe entſpricht (wie man bei Anwendung der l. c. gelehrten Methode erſieht) ein *kleinſter* Abſtand von 55,87 Erdhalbmeſſern,
der *kleinſten*,
ein *größter* von 63,62 — —,

welches den *mittleren*, in runder Zahl, wie oben $\frac{120}{2}$ = . 60 Erd*halbmeſſern* gibt. — Es folgt hieraus endlich, daß ($\frac{60}{2}$ =) 30 Erd*ganz*meſſer, d. h. 30 an einander geſetzte Erdkugeln von uns ab den Mond erreichen würden.

* Zur Beſtimmung dieſes Entfernungs*verhältniſſes* des *Mondes* und der *Sonne* von der Erde hat ſchon der Griechiſche Aſtronom *Ariſtarchus* von Samos (um 280 vor Chriſtus) eine Methode vorgeſchlagen, welche, unter dem bloß *theoretiſchen* Geſichtspuncte, Nichts zu wünſchen übrig läßt. Sey nämlich Fig. 2. der Tafel V., T die Erde, L der Mond in ſeiner Bahn um dieſelbe, S die Sonne; ſo müßte, wofern die Entfernung der letzteren von der erſteren *unendlich*, d. h. TS parallel mit LS wäre, die Quadratur eintreten, wenn Winkel LTS eben = TLS = 90° würde. Hat jener Parallelismus

Den Lauf des Mondes in jener ſeiner Bahn um die Erde (den „geocentriſchen“*, wo aber der Ausdruck nicht im Sinne wie bei der planetariſchen Bewegung ſteht, ſondern alſo einen wirklichen Umlauf um den Erdmittelpunct bezeichnet) kann man aber (vergl. d. A. Monat, als Mondumlauf, wo hierher verwieſen iſt) zunächſt nach drei** verſchiedenen Beziehungen betrachten, je nachdem man den Ort dieſes Geſtirns mit den Fixſternen, den Aequinoctialpuncten (welche uns, dieſe wie jene, als allgemeine Vergleichsmerkmale aller Himmelsbewegung ſchon ſo vielfach bekannt geworden ſind), oder aber mit der Sonne (die, beim Umlaufe des Mondes mit ſeinem Hauptplaneten um ſie, ein ſolches beſonderes Merkmal mehr abgibt) vergleicht.

Man beobachte erſtlich den Fixſtern, bei welchem der Mond z. B. heut Abend ſteht. Morgen um dieſelbe Zeit ſieht man ihn ziemlich 13 Grad öſtlich vom nämlichen Sterne entfernt, und man findet, bei fortgeſetzter Beobachtung ſeines alſo immer weiteren öſtlichen Abrückens, daß er 27 T. 7 St. 43′ 11″, 54 gebraucht, um, nach einem vollen Himmelslaufe von 360°, zum ſelbigen Sterne zurückzukehren. Dieſer Umlauf („Monat“) heißt bekanntlich der „ſideriſche“, und er iſt (den Fixſtern indeß als völlig unbeweglich angenommen) vorzugsweiſe in aller Strenge der wahre (indem, wie geſagt, bei demſelben genau 360°, nicht weniger, nicht mehr, zurückgelegt werden).

Vermöge der allgemeinen Präceſſion (ſ. Vorrücken der Nachtgleichen) rücken aber die Aequinoctialpuncte, von denen aus wir die „Längen“ am Himmel zählen, in einer, aller, nach Oſten gehenden planetariſchen Bewegung entgegengeſetzten Richtung nach Weſten fort; und der Mond muß demnach den Ort des indeß veränderten (ihm gleichſam entgegenkommenden) Aequinoctiums früher wieder erreichen, als er das unveränderte erreicht haben würde. Das neue Aequinoctium iſt nun ſolchergeſtalt, während des ſideriſchen Umlaufes (Monates), 3″, 75 im Bogen weſtlich gekommen, zu deren Durchlaufung der Mond (vergl. die rechnende Nachweiſung in Monat) 6″, 84 Zeit gebraucht hätte, und um welche letztere er das Aequinoctium alſo früher als den Fixſtern wieder erreicht, dem zu Folge ſein (zweitens) „tropiſcher“ Umlauf ſoviel kürzer als der ſideriſche, nämlich nur = 27 T. 7 St. 43′ 4″, 70 ausfällt (und bei demſelben auch nicht volle 360°, ſondern jene 3″, 75 weniger zurückgelegt werden).

Inzwiſchen iſt aber auch wieder die Erde in ihrer eigenen Bahn um die Sonne, den Mond mit ſich fortführend, faſt um ein ganzes Zeichen, im Sinne der Mondbewegung nach Oſten, fortgegangen; und der Mond muß folglich noch einen entſprechenden Bogen in ſeiner Bahn machen, um zur nämlichen Stellung gegen die (Erde und) Sonne zurückzukehren, d. h. (drittens) ſeinen „ſynodiſchen“* Umlauf zu vollenden.

aber nicht Statt, ſo iſt LTS nur = 90° — TSL. Ariſtarch mißt alſo im Augenblicke der Quadratur den Winkel LTS (die ſcheinbare öſtliche Entfernung des Mondes von der Sonne), und kennt daraus alle Winkel des vorliegenden rechtwinkligen Drei-Ecks, mithin auch das geſuchte Verhältniß der Seiten TL, TS, d. i. der Entfernungen des Mondes und der Sonne von der Erde. — In der Praxis hat dieſe Methode aber Schwierigkeiten, weil der präciſe Augenblick der Quadratur ſchwer zu erkennen, Winkel LTS, wegen Kleinheit von TSL, auch zu wenig von einem rechten verſchieden iſt.

D. A. Sonne führt mich übrigens auf dieſe ſinnreiche Idee zurück.

* Heliocentriſch erſcheint der Mondlauf als eine Cykloide, „Radlinie“: der Mond (der Kopf eines Radnagels) umläuft den Erdmittelpunct (des Rades Axe), indeß letzterer dabei zugleich ſelbſt um die Sonne kreiſt. — Dieß gewährt eine vollkommen anſchauliche Vorſtellung.

** Auf die Beziehung zu den Knoten und den Apſiden (den „Drachen-“ und den „anomaliſtiſchen“ Monat, vergl. immer den letzteren Artikel) führt mich der Verfolg unſerer Unterſuchungen.

* Man bezeichnet die Stellungen (Aſpec-

Derſelbe währt, nach der abermals im Art. Monat beigebrachten Rechnung 29 T. 12 St. 44′ 2″, 8, und iſt demnach länger als der ſideriſche von 27 T. 7 St. 43′ 11″, 54 um 2 T. 5 St., binnen welchen der Mond die (l. c. nachgewieſenen) 29° mehr als den wahren „ſideriſchen" Umlauf der 360° zurückzulegen hat*. — Gegen dieſen ſo bedeutenden Unterſchied zwiſchen dem ſynodiſchen- einer-, und dem ſideriſchen ſowohl als dem tropiſchen Umlaufe anderſeits, kommt der, angegebenermaßen, nur wenige Secunden betragende eigene Unterſchied zwiſchen den beiden letzteren Umläufen (Monaten) nicht in Betracht, daher man ſie beide auch unter dem gemeinſchaftlichen Namen des periodiſchen, jenem ſynodiſchen entgegenſetzt.

Keiner der obigen drei Werthe iſt übrigens, in aller Strenge, unveränderlich: ſie ſind, wie ſich aus dem deßhalb gleich ſo ſorgfältig hervorgehobenen Umſtande der großen Ungleichheiten des Mondlaufes ſchließen läßt, ſämmtlich nur Mittelwerthe, und zwar nur für das laufende Jahrhundert, da jene Ungleichheiten zum Theile ſelbſt mit der Zeit einen andern Werth annehmen. Vorzüglich aber kann der ſynodiſche Umlauf beträchtlich verſchieden ausfallen, indem namentlich bei dieſem die Ungleichheiten des Mondlaufes mit denen des Erdlaufes conſpiriren: wenn ſich die Erde in ihrer Sonnennähe befindet (um Jahresanfang), und wo alſo der ſtörende (aufhaltende, verzögernde) Einfluß der Sonne am ſtärkſten iſt, ſteigt die Dauer eines ſynodiſchen Monates zuweilen auf 29 Tage 18 Stunden*; in der Sonnenferne dagegen währt die Lunation, bei ſchwächerem Störungseinfluſſe der Sonne, zuweilen nur 29 Tage 6 bis 7 Stunden.

Von den linearen Dimenſionen der Bahn-Ellipſe, in welcher der Mond dieſe Umläufe macht, und namentlich von der „Excentricität", welche wir = 0,055 der halben großen Axe gefunden hatten, iſt ſchon oben die Rede geweſen; ich bemerke in Betreffe derſelben, auf welche ich hier zurückkommen wollte, nur noch, daß wenn man ſie (die halbe große Axe = Radius = 1) als den Sinus des Winkels („Excentricitäts-Winkels) betrachtet, welchen die mittlere Entfernung (der mittlere Radius vector) mit der halben kleinen Axe am Umfange der Ellipſe einſchließt, dieſer Winkel 3° 9′ (sin 3° 9′ = 0,0549) beträgt.

Der Bogen zwiſchen dem jedesmaligen wahren Bahnorte des Mondes und dem Puncte der Erdnähe (Perigäum), vom Mittelpuncte der Erde ausgemeſſen (der Winkel zwiſchen der großen Axe und dem Radius vector, am letzteren Puncte, als „Kraftpuncte" des Mondlaufes) heißt des Mondes „wahre" Anomalie (vergl. d.

ten) der „Conjunction" und „Oppoſition", namentlich beim Mondlaufe, mit dem gemeinſchaftlichen Namen der Syzygien (vergl. d. A.), daher der „ſynodiſche" Monat auch als die „Wiederkehr des Mondes zu den Syzygien" definirt werden kann.

* Mädler, der ſchon oben erwähnte Mondtopograph, macht hierzu die intereſſante Bemerkung, „daß demgemäß die Zahl der ganzen ſynodiſchen Mondumläufe, welche Ein tropiſches Erdenjahr begreift, um 1 kleiner als die der ſideriſchen ſeyn müſſe, gleichwie ſich, in ähnlicher Art, die Anzahl der ganzen Sonnentage Eines tropiſchen Jahres eben auch um 1 kleiner, als die der indeß Statt habenden Sterntage (Axendrehungen) findet" (indem — vergleiche Weltſyſtem, Copernikaniſches — die Erde zur Vollendung von 365 ſolchen Sonnentagen 366 Axendrehungen ausführen muß). — In der That kommen auf 1 Erdenjahr (365 Tage) ganze „ſynodiſche" Umläufe 12, ganze „tropiſche" Umläufe 13, welches die obige Differenz von 1 gibt; denn 12 ſynodiſche Monate (zu 29 T. 12h 44′) tragen 354 T. 8h 48′, und 13 tropiſche Monate (zu 27 T. 7h 43′) 355 T. 4h 19 aus.

* Dieſe Grenze gibt Mädler in der „Selenographie", S. 3.; ich finde aber in meinen Collectaneen eine Lunation:

1831. Decbr. 3. 20h 31′ 8.
1832. Jan. 2. 16 — 10′ 3. } 29 T. 19 St. 38′, 5,

alſo über 1 ½ Stunde mehr.

A. *). Um aber bei der Berechnung ein Element einzuführen, welches ſich einfach wie die Zeit verhält, hat man eine *mittlere Anomalie*, d. h. einen eingebildeten Ort des Mondes gewählt, welchen dieſes Geſtirn einnehmen *würde*, wenn ſeine Winkelbewegung um das Erd-Centrum ganz gleichförmig wäre: der Unterſchied zwiſchen jener „wahren“ und dieſer „mittleren Anomalie“ heißt auch hier die *Mittelpunctsgleichung*. Vom *Perigäum* ausgehend bis hin zum Apogäum iſt die *wahre* Anomalie ſtets *größer* als die mittlere: die „Mittelpunctsgleichung“ muß, wenn man die erſtere aus der letzteren haben will, dieſer hinzugeſetzt werden; ſie iſt *additiv* (*poſitiv*); — vom *Apogäum* an dagegen bis zum Perigäum tritt der umgekehrte Fall ein, und der Betrag jener Gleichung wird *ſubtractiv* (negativ); — in den Puncten des Perigäums und Apogäums ſelbſt iſt ſie = 0 **; — der größte Werth endlich, welchen ſie erreichen kann, beträgt (die größte Ortsverſchiedenheit zwiſchen einem „mittleren“ und dem *wahren Monde*, die „größte Mittelpunctsgleichung“ iſt =) 6° 18′ 28″ (nach *Mädler*; *Hanſen* gibt 6° 17′ 12″).

Die Bahn des Mondes um die Erde fällt, wie vorläufig ſchon Eingangs bemerkt worden iſt, hier aber näher erörtert werden muß, nicht mit der Bahn der Erde um die Sonne (*Ekliptik*) zuſammen; die Ebene der erſteren iſt vielmehr gegen die Ebene der letzteren *geneigt*, macht mit ihr einen Winkel, welcher Winkel, welche *Neigung* (vergl. d. A.) einen *mittleren* (denn er findet ſich, wie, bevorwortetermaßen, *alle* Elemente der Mondbahn, bedeutenden periodiſchen Veränderungen unterworfen) Werth von 5° 8′ 47″ hat. Die beiden Durchſchnittspuncte der Ebene der Mondbahn mit der ſie alſo halbirenden *Ekliptik* heißen die *Mondknoten*: derjenige, von welchem ab der Mond die *nördliche* Hälfte ſeiner Bahn durchläuft (zu *uns*, den Bewohnern der *nördlichen* Halbkugel *herauf** ſteigt, heißt deßwegen) der *aufſteigende* (☊); der entgegengeſetzte, den Anfangspunct der *ſüdlichen* Bahnhälfte abgebende heißt (eben, weil der Mond von da an zu der uns entgegengeſetzten Halbkugel niederſteigt) der *niederſteigende* (☋). Der Ort dieſer Knoten iſt aber auch wieder veränderlich: ſchon während Eines Mondumlaufes weichen ſie um beiläufig 1½° nach Weſten *zurück***, und beſchreiben in dieſer Art den ganzen Kreis (volle 360°) in 18 *Julianiſchen* Jahren (alſo zu 365¼ T.) 218 Tagen 21 Stunden †; — und die Rückkehr des

* Da jedoch in dieſem Artikel beſonders nur von den *Haupt*-Planeten die Rede iſt, ſo muß die Erklärung der Kunſt-Ausdrücke der betreffenden Theorie, in Beziehung auf den *Neben*-Planeten „*Mond*“, hier wiederholt werden: was z. B. *dort* „*Perihelium*“ hieß, heißt hier natürlich „*Perigäum* u. ſ. w.

** Die *mittlere Anomalie* iſt, wie geſagt, nur eine Fiction, deren Weſen darin beſteht, den „*mittleren* Mond“ mit dem *wahren* Monde *zugleich* vom *Perigäum* ausgehen und, aller *unterweges* eintretenden Ortsverſchiedenheiten ohnerachtet, doch mit demſelben im *Apogäum* auch wieder zuſammentreffen zu laſſen, daher in *dieſen beiden* Puncten eine ſolche Ortsverſchiedenheit, eine „Mittelpunctsgleichung“ nicht weiter Statt finden kann, ſondern letztere alſo, angeführtermaßen, *dort* = 0 ſeyn muß.

* Wobei freilich — wohl zu merken — im *erſteren* Falle, alſo die Theilung des *Himmels*gewölbes durch die *Ekliptik* in eine nördliche und ſüdliche Hälfte, im *andern* aber der *Erd*kugel durch den *Aequator* in die nördliche und ſüdliche Halbkugel gemeint iſt, welches indeß, wie man leicht einſieht, auf den Erfolg des in Rede ſtehenden „Heraufſteigens“ keinen Einfluß hat.

** Dieſe eigene Bewegung der „*Mondknoten*“ iſt, woran ich, der Verbindung wegen, hier erinnern muß, zugleich eine der Urſachen der Periodicität der doch nur in ihrer Nähe möglichen *Finſterniſſe*, worüber ſich das Nähere im letzteren Art. S. 525. Sp. 1. unten, findet.

† Die Leſer finden bei andern Schriftſtellern „18 Jahre 228 Tage, alſo faſt 10 Tage *mehr*. Dieß rührt, wie ich vorläufig ſchon in *Monat* angedeutet habe,

Mondes zu dieſen Knoten iſt nun derjenige Umlauf, derjenige Monat, welchen wir im letzteren Artikel unter der dort erklärten Benennung des „Drachenmonates“ kennen gelernt haben, und deſſentwegen auch nur eben erſt hierher verwieſen iſt*.

Dieſe Veränderlichkeit der Lage der Knoten der Mondbahn auf dem Umfange der Ekliptik (womit ſich noch die eben auch erwähnte Veränderlichkeit der „Neigung“ ſelbſt verbindet) iſt die Urſache, daß auch der Winkel der Mondbahn mit der Ebene unſeres Aequators große Veränderungen erleidet: dieſer Winkel ſchwankt zwiſchen den weiten Grenzen von 18° 10′ und 28° 46′ hin und her. Wenn der aufſteigende Knoten mit der Frühlingsnachtgleiche zuſammenfällt, ſo hat die gegen die Ekliptik alſo um beiläufig 5° geneigte Mondbahn eine ſolche Lage gegen dieſelbe, wie es die Fig. 3. der Tafel V. zeigt, und macht demgemäß mit dem, ſeinerſeits von der Ekliptik um die „Schiefe“ = 23°, abſtehenden Aequator einen Winkel von 23° *plus* 5° = den 28° (ich laſſe die Minuten weg); fällt jener Knoten aber mit der Herbſtnachtgleiche zuſammen, ſo findet ſich die Mondbahn dagegen (Fig. 4.) zwiſchen der Ekliptik und dem Aequator, und ihr Winkel mit der Ebene des letzteren beträgt nur 23° *minus* 5° = den 18°, — woraus folgt, daß der Mond im erſteren Falle dem Nordpole (uns, im Meridiane) um volle 10° näher* als im letzteren kömmt, ein Umſtand, welchen ich hier gleich ſo ſorgfältig hervorhebe, weil ich gezwungen bin, in der Theorie der Nutation (ſ. Wanken der Erdaxe) darauf zurückzukommen.

Endlich iſt aber auch die Lage der großen Axe (der Apſidenlinie) der von uns bis jetzt betrachteten Bahn-Ellipſe des Mondes um die Erde veränderlich: dieſe Axe, und mit ihr ſolchergeſtalt das Perigäum des Mondes, hat eine rechtläufige (eine directe, d. h. alſo von Weſten nach Oſten gehende) Bewegung, welche ſchon bei Einem Umlaufe beiläufig $3\,^{1}/_{3}{}^{\circ}$ beträgt, demgemäß der volle Kreis (360°) ſideriſch in 8 Julianiſchen Jahren 310 Tagen 14 Stunden** zurückgelegt wird; — die Rückkehr des Mondes aber zu dem, indeß alſo vor-

von dem doppelten Umſtande her, ob, wie oben, Julianiſche oder gemeine Jahre gemeint ſind, und ob Bezug auf die Fixſterne oder die Nachtgleichen genommen wird. Dieſe letzteren rücken nämlich auch nach Weſten ein wenig zurück, daher ihnen die Knoten ſpäter als den Fixſternen nachkommen, wozu der Unterſchied zwiſchen den Julianiſchen und den gemeinen Jahren ($18 \cdot {}^{1}/_{4}$) mit $4\,^{1}/_{2}$ Tagen tritt, um die ſcheinbare Differenz der 10 Tage herauszubringen.

* Dieſe Wieder-Erreichung der Knoten durch den Mond nach Einem ſeiner Umläufe (die als „Drachenmonat“ bezeichnete Periode) darf nicht verwechſelt werden mit der oben nachgewieſenen Periode des eigenen Umlaufes der Knotenlinie, eine Bemerkung, welche auch vom gleich folgenden, „anomaliſtiſchen“ Monat und der Revolution der Apſidenlinie gilt.

* Die Leſer könnten geneigt ſeyn, es dieſem Umſtande beizumeſſen, daß Sie zuweilen den Mond im Meridian ihrem Zenith ſo ſehr viel näher als ſonſt ſehen: dieß iſt beſonders auffallend beim Vollmonde im Winter, hat aber eine ganz andere Haupturſache, mit welcher ſich die eben angeführte nur verbinden kann, um die Erſcheinung noch auffälliger zu machen. Da der Vollmond nämlich der Sonne in der Ekliptik (ich abſtrahire von der geringen Neigung ſeiner Bahn gegen dieſelbe, und nehme ihn in ihr ſelbſt an) diametral gegenüber ſteht; ſo muß er ſich im Winter im Meridiane hoch wie ſie im Sommer, und im Sommer dagegen niedrig wie ſie im Winter zeigen, welcher Unterſchied die doppelte „Schiefe“, alſo über 46° beträgt. — D. A. Mondphaſen führt mich hierauf zurück; da die Beobachtung aber gewiß ſchon von den meiſten Leſern zu Ihrer Ueberraſchung ſelbſt gemacht worden iſt, ſo habe ich die Erklärung lieber gleich beibringen wollen.

** Wenn die Leſer in andern Werken eine etwas andere Angabe finden, ſo rührt dieß wieder von der ſchon vorn hervor-

wärts gegangenen *Perigäum* iſt denn (vergl. d. voraufgehende Anmerk.) endlich und letztlich derjenige Umlauf, welchen wir, indem, angeführtermaßen, von dieſem Puncte ab, die „Anomalien“ des Mondes gezählt werden, im Artikel *Monat*, als „*anomaliſtiſchen*“ näher bezeichnet haben.

Neben dieſer *progreſſiven* Bewegung in der *Bahn*, hat der Mond (die Mond*kugel*, wie ich *dieſe* Geſtalt des Mondes gleich Eingangs nachgewieſen habe) nun aber ferner auch eine *rotatoriſche*: dieſes Geſtirn drehet ſich, gleich *allen* übrigen uns näher bekannten Weltkörpern, und, mit Bezug auf den Centralkörper, auch in derſelben Richtung von Weſten nach Oſten, um eine durch ſeinen Mittelpunct gehende Axe; allein die Rotation des *Neben*-Planeten *Erdmond*, ſo wie (vergl. d. Collectiv-Artikel *Nebenplaneten*) *ſämmtlicher* andern (der *Jupiters*-, *Saturns*-, *Uranus*-) *Monde* unſeres Syſtems, unterſcheidet ſich von der rotatoriſchen Bewegung der *Haupt*-Planeten weſentlich dadurch, daß, wenn ſich bei *dieſen* eine *tägliche* Axendrehung mit einem *jährlichen*** Umlaufe (um die Sonne) verbindet, unſer *Mond* dagegen (und zwar alſo nach Art *aller* Monde) während *Eines* ganzen *ſideriſchen* Umlaufes um die Erde (um den Centralkörper), auch nur *Einmal** um ſeine Axe rotirt, demgemäß der (Axendrehungs-) *Tag* (1 Mondtag *und* 1 Mond*nacht*) des Mondes dem (Umlaufs-) *Jahre* (dem *Monate*) dieſes Geſtirns an Dauer gleich iſt. — Die unten vorkommenden Betrachtungen über die ganz eigenthümliche *phyſiſche* Beſchaffenheit des Mondes führen mich hierauf zurück.

Daß ſich dieſes aber wirklich ſo verhalte, geht zuvörderſt aus der Beobachtung der eigenthümlichen, ganz beſtimmt geſtalteten Mond*flecke* (auf welche ich auch unten ausführlich zurückkomme) hervor: wir ſehen immer und immer, bei jeglichem ganzen Umlaufe des Mondes, nur die unverkennbar *nämlichen* Flecke; der Mond kehrt uns alſo auch immer die *nämliche* (durch die nämlichen Flecke bezeichnete) Hälfte ſeiner Kugel zu; zeigt uns nur *dieſe**, während er die *andere* Halbkugel immer von der Erde *abgewendet* hält; und er *muß* ſich alſo bei jedem Umlaufe auch gleichzeitig nur Einmal ganz um ſeine Axe drehen.

Ich bitte meine Leſer, zur Erlangung der innigſten Ueberzeugung davon, daß ſich der Mond, wenn er der Erde während Einer Umlaufung immer nur *dieſelbe* Halbkugel *zugewendet*, und die *entgegengeſetzte* immer *abgewendet* halten ſoll, indeß gleichzeitig auch Einmal ganz um ſeine Axe drehen muß, einen runden Tiſch (die Mondbahn) dergeſtalt zu umgehen, daß Sie die *linke* Wange (die eine Mondhalbkugel) ſtets gegen Tiſches Mitte (die Erde) gerichtet haben, während alſo die *rechte* Wange (die andere Mondhälfte) ſtets abgewendet bleibt; Sie werden dann finden, daß dieß nur geſchehen kann, indem Sie ſich, wie geſagt, gleichzeitig auch Einmal ganz um ſich ſelbſt drehen: denn dieſe „rechte Wange“ findet ſich, nach Umlaufung der halben Bahn, in einer der urſprünglichen gerade entgegengeſetzten Lage: dieſelbe iſt nun z. B. nach Süden gerichtet, wenn ſie es urſprünglich nach Norden war**. — Die-

gehobenen Bezugnahme auf die *Nachtgleichen* ſtatt der *Fixſterne*, und auf *gemeine* ſtatt der Julianiſchen Jahre, her.

* Verſteht ſich, die Ausdrücke „Tag“ und „Jahr“ mit Bezug auf *jeden* beſtimmten Planeten gemeint.

** Man vergleicht dieſe verbundene rotatoriſche und Umlaufs-Bewegung der *Haupt*-Planeten am beſten mit einer *rollenden*, die der *Neben*-Planeten dagegen mit einer bloß *gleitenden* Kugel; dieſes einzige Wort ſagt eigentlich Alles.

* Von der „*Libration*“ (ſ. unten), welche meinen Leſern ſchon einfallen könnte, iſt hierbei noch abgeſehen, und die Rotations-Axe des Mondes vorläufig vollkommen perpendicular auf der Ebene ſeiner Bahn angenommen.

** Ich bin in dieſem Bezuge ſo genau, weil es wirklich ſchwer hält, ſich von der Illuſion, der Mond drehe ſich hierbei *nicht* um ſeine Axe, los zu machen; ſelbſt *Wolf* („Anfangsgründe d. Aſtronomie“. Halle. 1716. 8. §. 314.) ſchließt noch ſo. Allein man verſetze einen Beobachter wäh-

ſer eigene Verſuch wird den gewöhnlichen dießfallſigen Bedenklichkeiten am beſten ein Ende machen.

Mit Bezug auf die übrigen hierbei in Betracht kommenden Umſtände wird aber das Rotationsgeſetz des Mondes ſodann allgemeiner folgendermaßen ausgedrückt:

„Die Mondkugel drehet ſich während Eines ſideriſchen Umlaufes völlig gleichförmig (vergl. unten) auch Einmal ganz um ihre Axe; die Neigung des Mondäquators* gegen die Ebene der Erdbahn (die Ekliptik) bleibt dabei conſtant, und beträgt nur 1° 30′**, dem zu Folge die Rotationsaxe des Mondes, die wir oben auf jener Ebene vollkommen perpendicular angenommen haben, dieß wirklich faſt iſt, indem ſie alſo einen (dem rechten ſo nahe gleichen) Winkel von (90 − 1° 30′ =) 88° 30′ damit macht, unter welchem Winkel ſie ſich (vergl. unten) auch während eines Umlaufes ſich ſelbſt ſtets parallel erhält*. Zugleich fallen endlich die Knoten des Mondäquators mit den entgegengeſetzten Knoten der Mondbahn zuſammen: die Knotenlinie des Aequators findet ſich der Knotenlinie der Bahn in dieſer Art parallel; und beide Linien erhalten ſich nicht weniger in dieſer gegenſeitigen Lage“ (vergl. unten).

Die ſchöne Entdeckung dieſes Geſetzes, deſſen analytiſche Beſtätigung nachher Laplace geglückt iſt, verdanken wir dem Franzöſiſchen Aſtronomen Dominicus Caſſini (gebornem Italiäner, Stammvater der uns ſchon ſo vielfach bekannt gewordenen Aſtronomen-Familie Caſſini), welcher daſſelbe in verſchiedenen Abhandlungen in den „Mémoires de l'Académie“ um das Ende des 17ten Jahrhunderts (vortrefflich zuſammengeſtellt im XXten Buche der „Astronomie“ von Lalande „de la rotation de la Lune“) zuerſt veröffentlichet, und folgendermaßen ausgedrückt hat: „Man lege durch den Mittelpunct des Mondes eine Ebene, ſenkrecht auf die Rotationsaxe, ſo ſtellt ſie alſo den Aequator des Mondes vor; legt man ſodann durch denſelben Punct eine zweite, die

rend eines Umlaufes der Mondkugel um den Erdkörper, wobei ſie uns alſo immer die nämliche Halbkugel zukehrt, auf einen auſſerhalb der Erde gewählten Standpunct, z. B. in die Sonne; dieſem Beobachter wird die Mondkugel, um einen derartigen Umlauf ausführen zu können, ſucceſſiv natürlich alle 360° ihres Aequators zukehren müſſen, und ſich mithin dabei ganz gewiß auch Einmal ganz um ihre Axe drehen.

* Ich anticipire hier dieſen Ausdruck in Bezug auf den Mond, für welchen er alſo ganz in dem Sinne wie für die Erde oder überhaupt für alle Planeten ſteht. Das Nähere darüber wird unten vorkommen.

** Lalande („Astronomie“. §. 3204.) nennt dieſen Winkel von 1° 30′ zwiſchen dem Mondäquator und der Ekliptik, „die Schiefe der Ekliptik auf dem Monde“; andere Schriftſteller gebrauchen denſelben Ausdruck vom Winkel zwiſchen dem Mondäquator und der Mondbahn, welcher, da letztere (vergl. vorn) von der Ekliptik wiederum noch 5° 8′ weiter abſteht, dagegen (1° 30′ + 5° 8′ =) 6° 38′ (ich laſſe die Secunden weg) beträgt. — Der Verfolg wird uns, unter dem klimatiſchen Geſichtspuncte, auf dieſe „Schiefe“, in der erſteren Bedeutung zurückführen.

* Dieſer Parallelismus der Rotationsaxe des Mondes beim Umlaufe um die Erde, entſpricht alſo dem Parallelismus der Erdaxe beim Umlaufe unſeres Planeten um die Sonne. — Man könnte jedoch die Möglichkeit jenes Parallismus im Widerſpruche finden wollen mit dem eben angeführten, für die Erde in Bezug auf die Sonne bekanntlich nicht Statt findenden Umſtande, daß der Mond der Erde ſtets die nämliche Seite zukehrt; allein man nehme einen Stock (die Mondaxe), und rücke ihn in geneigter Lage um den Rand eines runden Tiſches (die Mondbahn), ſo kann man ihn dabei ſtets ſich ſelbſt parallel, und zugleich mit der „nämlichen Seite“ gegen die Mitte des Tiſches (die Erde) gerichtet erhalten, und alſo, wie gefordert wird, beiden Bedingungen gleichzeitig Genüge leiſten.

Mondbahn bezeichnende, mit jener erſteren den, in der Anmerkung nachgewieſenen Winkel von 6° 38′ machende, zwiſchen ſie beide hindurch aber eine dritte, der Ekliptik parallele, und folglich von der erſten um 1° 30′, von der zweiten aber um 5° 8′ (1° 30′ + 5° 8′ = den 6° 38′) abſtehende Ebene; ſo iſt durch dieſe Conſtruction ſowohl die Lage des Mondäquators gegen die Mondbahn und Ekliptik, als auch letzterer beiden unter ſich, beſtimmt; — und dieſe drei Ebenen haben und behalten denſelben gemeinſchaftlichen Durchſchnitt*.“

Die intereſſanteſte Frage für uns bei dieſer Unterſuchung der verſchiedenen Bedingungen des Mondumlaufes um die Erde, iſt unſtreitig die, nach den Gründen, derentwegen uns der Mond dabei beſtändig dieſelbe Seite zukehrt, ſo daß wir, wie Dieß alſo aus der gleichen Dauer der Rotation und ſideriſchen Revolution folgt, die andere (die abgekehrte) Mondhalbkugel (von den Modificationen durch die Libration iſt, wie geſagt, erſt unten die Rede) nie zu Geſicht bekommen. Laplace, der ſchon oben citirte tiefſinnige Franzöſiſche Geometer, beweiſt ſogar, daß ſelbſt ſpätere Jahrtauſende auf die Hoffnung dieſes Anblickes verzichten müſſen (*Exposition du Système du Monde.* 4te Aufl. II. 196. „La cause qui a établi une parfaite égalité entre les moyens mouvements de rotation et de révolution de la lune, ôte *pour jamais*, aux habitants de la terre, l'espoir de découvrir les parties de sa surface opposées à l'hémisphère — vergl. unten — qu'elle nous présente“); und wir werden, wie ich ſchon oben angedeutet habe, im Art. Nebenplaneten ſehen, daß dieſes Geſetz nicht auf den Erdmond eingeſchränkt, ſondern allen Monden unſeres Sonnen-Syſtems gemeinſchaftlich iſt; — wie kann es alſo damit zuſammenhangen?

Hierauf hat ſchon Galilei (der Mit-Erfinder des Fernrohrs, in welchem Art. S. 435. ſich ausführliche biograph. Notizen über dieſen großen Mann finden) in ſeinem „Nuncius sydereus“. S. 16. geantwortet, „daß die dieſſeitige Mondhalbkugel eine natürliche Beziehung oder Neigung zum Haupt-Planeten Erde habe“. Die Gravitationstheorie drückt ſich darüber beſtimmter aus. Als Erde und Mond ſich aus dem formloſen Chaos zu bilden anfingen, fügten ſich die einzelnen Weltatome nicht völlig con-

* Ich habe oben, mit Verweiſung hierher, beſonders aufmerkſam darauf gemacht, daß ſich die Rotationsaxe des Mondes während des Umlaufes in einer ſich ſelbſt ſtets parallelen Lage erhält; die auf ihr ſenkrechte Ebene des Aequators, und folglich auch der in Rede ſtehende Durchſchnitt bleiben ſich demnach nicht weniger parallel; und wenn (derſelbe:) die Knotenlinie des Mondäquators alſo zur Knotenlinie der Mondbahn einmal eine beſtimmte Lage hat (ihr parallel iſt, beide in die nämliche Himmelsgegend treffen), ſo muß auch ſie in dieſem Parallelismus verharren: das Gleichniß eines über den runden Tiſch, deſſen wir uns vorn zur Verſinnlichung bedient hatten, quer dahin geſchobenen und ſich hierbei ſelbſt zugleich immer parallel erhaltenen Stockes (jene Knotenlinie) macht die Sache wohl am klarſten.

Das im Texte ferner, ebenfalls mit Verweiſung hierher, angeführte Zuſammenfallen der entgegengeſetzten Knoten, z. B. des niederſteigenden der Mondbahn mit dem aufſteigenden des Mondäquators aber veroffenbart ſich in der Erſcheinung (dem Beobachtungsreſultate), daß zu der nämlichen Zeit, da der Mond ſelbſt, in Gemäßheit der progreſſiven (der Bahn-) Bewegung, in die ſüdliche Hälfte ſeiner Bahn, für uns alſo hinab, geführt wird, und ſein Mittelpunct demnach im niederſteigenden Knoten iſt, dagegen beſtimmte (paßlich zu dieſer Beobachtung etwann im oder nahe beim Aequator gelegene) Mondflecke durch die rotatoriſche Bewegung vielmehr nordwärts zu uns herauf gelangen, oder, wenn man ſo ſagen will, den aufſteigenden Knoten des Aequators paſſiren, um uns in oder an deſſen nördlicher Hälfte zu erſcheinen. — Die allerdings ſchwierige Sache iſt noch nirgend anderswo recht gemeinfaßlich erklärt; ich wünſche, daß mein Verſuch befriedigend gefunden werden möge.

centriſch um den anfänglichen Mondmittelpunct, ſondern nach der Seite der Erde zu in etwas ſtärkerem Maße, daher dieſe Seite die ſchwerere wurde; und „*Inde* vero fit“ fügt nun Newton, der Auctor jener Theorie („Principia. Lib. III. prop. 38. S. 548. unſerer Ausg.) hinzu, „**ut eadem semper lunae facies in terram obvertatur; in alio enim situ corpus lunare quiescere non potest, sed ad hunc situm oscillando semper redibit.**“ Mit dieſer Erklärung Seitens der Gravitationstheorie, könnte man vielleicht die früher von mir („Skizzen der Topographie des Himmels“. Kempten, Dannheimer. 1837. 8. passim) aufgeſtellte Hypotheſe verbinden, daß die, dem Haupt-Planeten ſolchergeſtalt ſtets zugewendete, vorzugsweiſe zur Erleuchtung ſeiner Nächte beſtimmte Halbkugel der Neben-Planeten beſonders auch nur zu dieſem Zwecke, die abgewendete Halbkugel dagegen mehr mit Rückſicht auf Bewohnbarkeit durch Seleniten eingerichtet ſey; — eine Meinung, welche in zu freundlicher Uebereinſtimmung mit den Rückſichten einer huldreichen Vorſehung ſteht, als daß ich ſie hier übergehen ſollte.

Gleichwohl hat, um jetzt, bevorworteter maßen, zu den erwähnten, die vollkommne Strenge der Abgekehrtheit der jenſeitigen Mondhalbkugel von uns modificirenden „Librationen“ (Schwankungen) des Mondes zu kommen, wiederum ſchon Galilei, und zwar gleich nach Erfindung der Fernröhre, beobachtet (dieſe Beobachtungen auch l. c. bekannt gemacht), daß ſich die der Erde zugewendete Seite des Mondes periodiſch ein wenig verrückt, gleichſam als wenn die Mondkugel „ſchwanke“, wobei die „Flecken“ bald öſtlich, bald weſtlich, bald nördlich, bald ſüdlich treten, und wobei uns zugleich, in allen jenen vier Richtungen, ſchmale Randſtreifen jener jenſeitigen Halbkugel ſichtbar werden. Der fleißige Mondtopograph Hevel* hat dieſen Vorgang bald nachher in einem eigenen Werke: „De motu Lunae libratorio“. Ged. 1654. Fol. gründlich unterſucht; und meine Leſer müſſen ſich, um ſogleich eine klare Einſicht von den Umſtänden zu erlangen, danach den alſo in der nämlichen Zeit, in welcher er ſeinen Umlauf in der Bahn um die Erde vollendet, auch um ſeine Axe rotirenden Mond erſt nochmals recht beſtimmt vorſtellen. Wenn eine derartige Vereinigung der beiden Bewegungen in vollkommenſter Strenge und Gleichförmigkeit, und zwar ſolchergeſtalt Statt haben ſollte, daß zugleich ſtets ein und derſelbe phyſiſche Punct der Mondhalbkugel den ſcheinbaren Mittelpunct der Scheibe abgäbe, ſo müßten Revolution und Rotation nicht bloß im Ganzen, ſondern auch in allen Einzelſtellen der Bahn gleichen Schritt halten, und überdieß in derſelben Ebene vor ſich gehen. Erſteres iſt ſchon nicht der Fall: denn die, angeführtermaßen, ſehr ungleiche Bewegung des Mondes in ſeiner Bahn iſt gegen die (vergl. vorn) vollkommen gleichmäßige Drehung um die Axe bald voraus, bald zurück*;

* **Hevel**, Hevelius, Hevelke (Joh.), deſſentwegen ich ſchon mehrmals hierher verwieſen habe, geb. zu Danzig 1611 von wohlhabenden Eltern, zeigte früh Neigung zu den mathematiſchen Wiſſenſchaften, ſtudierte zu Leiden, und ergab ſich nach ſeiner Rückkunft in die Vaterſtadt ganz den Beſchäftigungen mit der Aſtronomie, welchen er bis zu ſeinem ſpäten Tode (1687), faſt ein halbes Jahrhundert lang, mit immer gleichem, unermüdlichen Eifer oblag. Wir beſitzen von ihm, auſſer dem oben angeführten Werke, eine „**Selenographia**“. **Ged. 1647. Fol.** mit Mondcharten, auf welche mich dieſer beſondere Vortrag zurückführt, und auch ein eigenes Werk über Kometen „**Cometographia**“. **Ibid. 1668. Fol.** von welchem im letzteren Artikel die Rede geweſen iſt.

* Wenn die Leſer — ich nehme nochmals zum obigen Verſuche meine Zuflucht — mit ungleichmäßiger Geſchwindigkeit um den runden Tiſch gehen, ſich dabei aber, Behufs der ſteten Zuwendung der nämlichen Kopfhälfte zur Tiſchmitte, gleichmäßig um ſich ſelbſt drehen; ſo werden Sie natürlich, z. B. nach einem Viertel-Umgange, nicht eben auch eine Viertel-Umdrehung gemacht haben (d. h. alſo der Mond mit ungleichförmiger Bewegung erreicht

— Letzteres aber ebenfalls nicht: denn die Ebenen beider Bewegungen bilden mit einander einen, aus den Neigungen des Mondäquators und der Mondbahn gegen die Ekliptik (in der die Erde ſteht) zuſammengeſetzten (oben = p. p. 6° 38′ nachgewieſenen) Winkel. Jener erſtere Umſtand bewirkt, daß die Erde bald etwas öſtlich, bald etwas weſtlich von demjenigen Puncte des Raumes ſteht, welcher ſtets denſelben Mond-Oberflächen-Punct als Mittelpunct der Scheibe ſehen würde, daher uns, wie geſagt, die Flecke auch bald einer-, bald anderſeits zu rücken (zu „ſchwanken") ſcheinen, wobei, in beiden Richtungen, zugleich Randſtreifen der abgewendeten Mond-Halbkugel zu unſerm Anblicke kommen, welche uns ſonſt unſichtbar geblieben wären; der zweite Umſtand aber wird die Veranlaſſung, daß, wir über die Rotationspole hinaus, bald nördlich, bald ſüdlich, dergleichen Randſtreifen (der Mond-Polarzonen *) wahrnehmen. In Oſten und Weſten kann dieſes „Schwanken", dieſe Libration in der Länge bis 8 Grade eines größten Kreiſes der Mondkugel gehen, in Norden und Süden ſteigt die Libration in der Breite auf 7 (nördliche oder ſüdliche Mond-Breiten-) Grade. Daher begreift derjenige Theil der ganzen Mond- (kugel-) Oberfläche, welchen wir niemals ſehen, nicht die volle Mondhalbkugel: aus den obigen Beſtimmungen der Größe der Librationen in Länge und Breite* folgt vielmehr, daß, wenn man jene ganze Mondoberfläche in ſieben gleiche Theile theilt, davon wirklich (allmälig) vier zu unſerm Anblicke kommen, und nur drei immerdar ganz unſichtbar für uns bleiben (weßhalb ich eben vorn, wo ich Laplace über dieſen Gegenſtand redend einführe, einſchränkend hierher verwieſen habe).

Um aber den Betrag dieſer bloßen Verhältnißwerthe des uns ſichtbar werdenden und unſichtbar bleibenden Theiles der Mondoberfläche nunmehr real in Quadratmeilen kennen zu lernen, muß ich mich jetzt erſt über Geſtalt, Größe, des Mondkörpers überhaupt erklären.

Der Mond iſt, wie, mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, ſchon oben anticipirt worden, eine vollkommne Kugel: die genaueſten Meſſungen haben uns

den 90ten Bahngrad nicht im Moment des Ablaufes des Viertels des periodiſchen Monats, und folglich nicht übereinſtimmend mit dem 90ten Grade der gleichförmigen Axendrehung), und ſich daher dann in einer etwas verwendeten Stellung gegen die Tiſchmitte (den Beobachter auf der Erde) befinden, welcher letztere demgemäß ſonſt für ihn unſichtbar gebliebene Theile („Streifen") der abgewendeten (andern) Kopfhälfte zu Geſicht bekömmt. — Dieß iſt der Hauptumſtand der „Libration", und wird durch eigene Ausführung des Verſuches gleich klarer, als durch alle Demonſtration.

* Ließe der Mond in der Ekliptik (der Erdbahn) ſelbſt, und wäre ſeine Rotationsaxe zugleich auf deren Ebene perpendicular, ſo lägen die Pole für unſern Anblick auch ſtets ſtreng im Trennungs-Grenzkreiſe der ſichtbaren von der unſichtbaren Halbkugel; da aber nicht nur die Mondbahn ſelbſt, ſondern auch die Axe gegen jene Ebene geneigt ſind, und letztere ſich (nach Art des Parallelismus der Erdaxe) in dieſer Stellung parallel erhält: ſo ſtreckt uns der Mond dabei bald den Nord-, bald den Südpol mehr zu, und läßt, darüber hinaus, alſo abwechſelnd Stücke beider Polarregionen der letzteren (der abgekehrten) Halbkugel zu unſerm Anblick kommen.

* Neben dieſen zwei Arten der „Libration" erwähnt die Aſtronomie nach 3) der, weniger bedeutenden, parallaktiſchen (täglichen) Libration, welche daher rührt, daß, wie man leicht einſieht, von verſchiedenen Puncten der Erdoberfläche aus nicht genau die nämliche Mondhälfte erblickt wird, und 4) einer durch den Einfluß der Erd-Anziehung auf den nicht ſtreng kugelförmig angenommenen Mondkörper verurſachten phyſiſchen Libration, über welche letztere, als ein Poſtulat der Gravitationstheorie, man das Nähere nachleſen kann beim Lalande („Astronomie." 2te Ausg. §. 3185).

noch keinerlei Abplattung* im Sinne der Erdabplattung (keinerlei Unterſchied zwiſchen dem polaren und äquatorealen Durchmeſſer) gezeigt.

Der Durchmeſſer dieſer Mondkugel beträgt (nach Mädler**) 468,4 † geograph. Meilen; ihr Umfang (468,4 . 3,141) 1470,5 Meilen; ihre Oberfläche (1470,5 . 468,4) 689240 Quadratmeilen; ihr körperlicher Inhalt (689240 . $\frac{468}{6}$) 53800000 Cubic-Meilen; — und die Mondkugel findet ſich alſo bei Vergleichung dieſer Maße mit den analogen Maßen der Erde (ſ. d. A. S. 363.),

im Durchmeſſer	$3^2/_3$	kleiner als die letztere.
an Oberfläche	14	
an Volumen	50	

Die Geſammtoberfläche der Mondkugel iſt demnach etwann der, gewöhnlich zu 700000 □ Meilen veranſchlagten Oberfläche Amerika's gleich zu ſetzen; und da uns davon, worauf ich hier zurückkommen wollte, nur $^4/_7$ ſichtbar werden, volle $^3/_7$ aber, alſo doch noch 300000 □ Meilen, immerdar unſichtbar (abgekehrt) bleiben: ſo darf man, meiner obigen Hypotheſe gemäß, für letzteren Theil allwohl eine andere Organiſation poſtuliren (wenigſtens iſt uns derſelbe eine gänzliche „terra-luna-incognita“).

Die Maſſe ferner (das Gewicht) des Mondes, im Verhältniſſe zur Erdmaſſe, hat man aus ſeinen Gravitationseinflüſſen herzuleiten geſucht; und wieder Mädler (S. 10. ſeines ſchon citirten, großen Mondwerkes) bringt dafür zwei * verſchiedene Angaben bei: nach Laplace nämlich, welcher ſich auf die, beſonders durch die Anziehung dieſes Geſtirns verurſachten Erſcheinungen der Ebbe und Fluth (vergl. d. A. namentlich S. 261.) bezieht, beträgt dieſe Maſſe $^1/_{70}$ der Erdmaſſe, nach Lindenau's auf die Nutation (ſ. Wanken der Erdaxe) begründeten Rechnungen aber nur $^1/_{87}$, welchem Reſultate wir bereits Eingangs, mit Verweiſung hierher, den Vorzug gegeben haben, und welches alſo ſagen will, daß, wenn die Erdkugel in der einen

* Vergl. d. A. S. 27. Die „Abplattung“ der Weltkörper hängt, wie dort gezeigt wird, von der rotatoriſchen Bewegung ab, und muß alſo beim Monde, für welchen die letztere, nachgewieſenermaßen, ſo langſam ausfällt, in dem nämlichen Verhältniſſe unmerklich ſeyn. Nach einer Mittheilung des verewigten Beſſel finden ſich auch wirklich die Differenzen zwiſchen den verſchiedenen Durchmeſſern der Mondſcheibe nie größer als die wahrſcheinlichen Meſſungsfehler.

** Ich finde (vergl. Größe der Himmelskörper, S. 725. wo jedoch, durch einen überſehenen Druckfehler „7257“ ſtatt 7258 ſteht) den ſcheinbaren Durchmeſſer des Mondes in der Erdnähe = 1978″, die gleichzeitige Horizontal-Parallaxe = 3629″, wovon das Doppelte = 7258″ = dem ſcheinbaren Durchmeſſer der Erde (aus dem Monde geſehen); und man hat hiernach
7258″ : 1978″ = 1719 Meilen (wahrer Erddurchmeſſer) : 468,6; welches den wahren Monddurchmeſſer überraſchend genau wie oben gibt.

† Dem wahren Monddurchmeſſer von 468 Meilen (Linearmaß) entſpricht alſo ein ſcheinbarer von 1948 Secunden (Bogenmaß), demgemäß auf $^1/_4$ Meile (p. p. 6000 Fuß) etwann 1 Secunde kommt. Nun iſt die ſtärkſte, auf den Mond noch anwendbare Vergrößerung (vergl. Fernrohr, S. 439.) etwann eine 300malige, wonach der Winkel von 1 Secunde auf 5 Minuten gebracht werden würde; und welcher ſomit das Aeußerſte abgäbe, worunter ein Mondgebild von 6000 Fuß linearer Ausdehnung für uns ſichtbar zu machen wäre. — Man mag hieraus auf die prätendirte Möglichkeit ſchließen, einen Seleniten, dem wir 6 Fuß Größe geben, und den wir in der paßlichſten Stellung annehmen wollen, mit unſern Fernröhren wahrzunehmen.

* Eine dritte Angabe (nämlich Mondmaſſe = $^1/_{75}$ der Erdmaſſe) finde ich in Burckhardt's, des Deutſchen, aber als Franzöſiſcher Bürger naturaliſirten Aſtronomen, unten näher zu erwähnenden „Mondtafeln“; — dieſe Verſchiedenheit der Angaben über ein ſo ſchwer zu beſtimmendes Element darf meine Leſer jedoch nicht eben in Verwunderung ſetzen.

Schale einer Wage läge, man, um ſie aufzuwägen, in die andere Schale 87 Mondkugeln legen müſſe (daß beide Geſtirne zuſammen ſoviel als 88 Mondkugeln wiegen). Aus dieſer Maſſe (dieſem Gewichte) und dem obigen Volumen endlich folgt die mittlere Dichtigkeit des Mondkörpers etwann $=0{,}58$ * des Erdkörpers; die „mittlere“ Dichtigkeit (die durchſchnittliche aller Schichten) des letzteren haben wir aber (l. c. S. 370.) nahe 5 Mal größer als die unſeres Waſſers gefunden (die ſpecifiſche Schwere, das „eigenthümliche Gewicht“, des Erdkörpers, mit Bezug auf ein gleiches Volumen reinen Waſſers als Einheit, iſt nahe $= 5$: um die Erdkugel aufzuwägen, würden faſt 5, ihr an Größe, Volumen, gleiche Kugeln reinen Waſſers erforderlich ſeyn), wonach ſich demnach das ſpecifiſche** Gewicht des Mondkörpers $= 0{,}58 . 5 = 2{,}9$ ergibt (die Mondkugel wäre durch nahe 3 ihr an Volumen gleiche Kugeln irdiſchen Regenwaſſers aufzuwägen); — und da ſich jenes durchſchnittliche Dichtigkeits-Verhältniß (0,58 : 1) des Mond- zum Erdkörper gewiß nicht weniger auf jede Einzelſchicht, und alſo auch auf die Oberflächen beider Geſtirne bezieht, ſo muß alſo angenommen werden, daß der Mondboden, in dem Sinne, in dem wir von einem Erd-„Boden“ ſprechen, von einer, im nämlichen Verhältniſſe lockreren, poröſeren Beſchaffenheit als dieſer letztere ſey. — Ich komme hinten hierauf zurück.

Wir haben eben das Verhältniß des (wahren) Durch- oder Halbmeſſers des Mondes zum Durch- oder Halbmeſſer der Erde $= 1 : 3\frac{2}{3}$, und ſeiner Maſſe zur Erdmaſſe $= \frac{1}{87} : 1$ gefunden; aus d. Art. Gravitation (S. 699.) oder auch Fall der Körper (S. 418.) iſt uns aber bekannt, daß ſich die Fallräume auf der Oberfläche der verſchiedenen Weltkörper direct wie dieſe Maſſen, und umgekehrt, wie die Quadrate jener Halbmeſſer verhalten. Der freie Fall auf der Erde beträgt (l. c.) in der 1ſten Secunde 15 Fuß, und würde alſo auf dem Monde bei alleiniger Berückſichtigung der Maſſe dieſes Geſtirns nur $= \frac{1}{87} . 15$ Fuß ſeyn; da dieſe Maſſe aber aus einer, $3\frac{2}{3}$ Mal geringeren Entfernung vom Mittelpuncte, in welchem man ſie ſich concentrirt zu denken hat, agirt: ſo wird ihre Wirkung dieſerwegen anderſeits $3\frac{2}{3}^2 =$ nahe 13 Mal größer, oder überhaupt $= \frac{13}{87} . 15 =$ beiläufig 2 Fuß, dem zu Folge alſo ſchwere Körper auf der Mondoberfläche, ſtatt bei uns durch 15 Fuß, in der 1ſten Secunde nur durch 2 Fuß fallen. Die Größe dieſer Fallräume in gleichen Zeiten iſt aber von der äußerſten Wichtigkeit für die phyſiſchen Beziehungen eines Weltkörpers: alle organiſchen Bildungen finden ſich in einem nothwendigen Verhältniſſe zu derſelben, und könnten nicht beſtehen, wenn ſich dieſe Größe erheblich veränderte. Einen ähnlichen Einfluß haben die darunter Statt findenden Verſchiedenheiten in mechaniſcher Rückſicht; und man ſieht leicht ein, daß demnach, *caeteris paribus*, auf dem Monde mit gleichen mechaniſchen Kräften weit mehr Maſſe bewältiget werden, daß z. B. ein ſchwerer Stein mit viel weniger Anſtrengung einen Mond- als einen Erdberg hinauf gewälzt werden kann, indem er dort weniger Fallneigung hat, und daß überhaupt alle Bewegungen, beſonders im verticalen Sinne, auf dem Monde leichter und gefahrloſer, als bei uns auf der Erde, auszuführen ſind.

* Das Mondvolumen haben wir $= \frac{1}{50}$ des Erdvolumens gefunden: wäre der Mond demnach eben ſo dicht als der Erdkörper, ſo müßte er auch $\frac{1}{50}$ des Gewichts des letzteren halten; und da er dagegen nur $\frac{1}{87}$ wiegt, ſo iſt er lockerer im Verhältniſſe dieſes geringeren Gewichtes von $\frac{1}{87} : \frac{1}{50} = \frac{50}{87} = 0{,}58$, wie oben. — „Mittlere“ Dichtigkeit aber ſage ich, da mit vollkommner Gewißheit angenommen werden kann, daß der Mond, nach Art der Erde (S. 371. wo nur ſtatt des Druckfehlers „wechſelnde“ wachſende geſetzt werden muß), aus concentriſchen Schichten von einer nach dem Mittelpuncte hin wachſenden Dichte beſteht. — Die Formation der Weltkörper (vergl. Weltenſchöpfungsſtoff) bedingt dieß unabweislich und unausnamentlich.

** Die Leſer müſſen daſſelbe nicht mit dem oben nachgewieſenen abſoluten Gewichte verwechſeln.

Dieſer Umſtand, den ich nach Mädler hervorhebe, in Verbindung mit der oben gemachten Bemerkung über die lockrere Beſchaffenheit der Mondoberfläche, worauf ich zurück kommen wollte, erwecken ſchon die Idee eines großen Contraſtes zwiſchen dem Mond- und Erdleben, welche Idee ich, zur Befeuerung des Intereſſes meiner Leſer, ſchon jetzt anregen kann, und welche ich, in der Folge meines Vortrages über die phyſiſche Beſchaffenheit des Mondes, mehr und mehr auszubeuten ſuchen werde.

Die weitere mathematiſche Eintheilung der Mondoberfläche aber zuvörderſt noch anlangend, ſo nennt man die Endpuncte der Rotationsaxe für dieſes Geſtirn wie für die Erdkugel, und wie ich den Ausdruck vorn, bei Betrachtung der Mond-Rotation habe anticipiren müſſen, die Pole: den Nordpol, denjenigen, welcher ſich gegen den Nordpol der Ekliptik*, den Südpol denjenigen, welcher ſich gegen ihren Südpol richtet; und eben ſo heißt der von beiden Polen gleich weit abſtehende größte Kreis der Mondkugel, erwähntermaßen, ihr Aequator. Nicht weniger zieht man die Parallelkreiſe des Mondes ganz denen der Erde analog, und theilt die Entfernung von jedem der beiden Pole bis zum Aequator in 90 Breitengrade, bezeichnet auch, nach Art der Geographen, die nördlichen Breiten mit +, die ſüdlichen mit —.

Durch denjenigen Punct des ſolchergeſtalt alſo wie auf der Erdkugel fixirten Mondäquators, welcher in mittlerer Libration** das Centrum der Mondſcheibe bildet, zieht man (und demnach — vergl. Länge, geographiſche, und Mittagskreis, wo dieſerwegen hierher verwieſen iſt — beſtimmter als nach unſeren irdiſchen Methoden) den erſten oder Haupt-Mondmeridian, und entwirft ſodann in einer Mondkarte (vergl. d. beſondern Art.), welche man der teleſkopiſchen* Anſicht gemäß darſtellen will, die öſtlichen Meridiane rechts, die weſtlichen dagegen links, in welcher Rückſicht nur noch zu bemerken iſt, daß Ein, alſo durch die Entfernung dieſer Mond-Meridiane von einander beſtimmter (1 „ſelenographiſcher") Längengrad am Aequator (ſtatt auf der Erde 15°) nur etwann 4 Meilen beträgt (indem wir den Umfarg des Mondäquators oben = 1470 Meilen gefunden haben, welches durch 360 dividirt nahe 4 gibt), und daß die Mond- (die „ſelenographiſchen") Breitengrade, wegen der nachgewieſenen ſtrengen (von keinerlei Abplattung afficirten) Kugelgeſtalt dieſes Geſtirns auch durchaus von der nämlichen Größe jener 4 Meilen ſind. Die Wende- und Polarkreiſe der Mondkugel aber betreffend, ſo erinnern wir uns zuvörderſt daran, daß dieſe Kreiſe bei den Planeten durch die Neigung des Aequators gegen die reſpectiven Bahnen, bei der Erde namentlich gegen die Ekliptik**, beſtimmt

* Erinnern wir uns nämlich aus dem Voraufgehenden daran, daß die Rotationsaxe des Mondes faſt ſenkrecht auf (der Ebene) der Ekliptik ſteht, dem zu Folge die beiderſeitigen Pole als nahe zuſammenfallend angeſehen werden können.

** „mittlere Libration"? Ich habe oben die verſchiedenen Urſachen angegeben, wodurch die Mondkugel eine „Libration in der Länge", „in der Breite" u. ſ. w. erfährt; diejenige Stellung, in welcher ſich dieſe Kugel, wenn gar keine ſolche Urſache Statt hätte, ſtets befinden würde, und welche alſo das „Mittel" zwiſchen den Extremen abgibt, heißt deßwegen die „mittlere Libration."

* Ich erinnre daran, daß das „Teleſkop" (aſtronomiſche Fernrohr, vergl. d. A. S. 445.) ein umgekehrtes Bild des betrachteten Gegenſtandes (wie hier des Mondes) entwirft, daher uns für den Anblick durch ein ſolches Fernrohr (im Allgemeinen) öſtliche (ſelenographiſche) Längen rechts, und weſtliche dagegen links, nördliche Breiten unten, und ſüdliche dagegen oben erſcheinen.

** Für die Erde heißt dieſe Neigung, dieſer, die klimatiſchen Verhältniſſe beſtimmende Winkel zwiſchen der Ebene des Aequators und der Ebene der Bahn um die Sonne (der Ekliptik) deßhalb eigentlich die „Schiefe der Ekliptik"; man wendet letzteren Ausdruck aber, wiewohl uneigentlich, auch auf den Aequator und die reſpectiven, ob-

werden. Eben ſo ergibt ſich auch beim Monde die Lage ſeiner Polar- und Wendekreiſe aus der Neigung ſeines Aequators gegen die (vergl. d. Anmerk.) Ekliptik, welchen Winkel wir oben nahe = $1\frac{1}{2}^\circ$ gefunden haben: die Mond-Polarkreiſe ſtehen daher von den reſpectiven Polen, gleichwie die Wendekreiſe vom Aequator nur um dieſe $1\frac{1}{2}^\circ$ ab (die, auf der Erde etwann $23\frac{1}{2}^\circ$ betragende „Schiefe der Ekliptik“ iſt auf dem Monde kaum = $1\frac{1}{2}^\circ$). Daher faßt die Breite der Mittelzone (das Analogon unſerer heißen) nur ($2 . 1\frac{1}{2}$ =) 3° (zu den oben nachgewieſenen 4 Meilen*), der Durchmeſſer jeder der beiden Polarzonen iſt nur eben ſo groß, wogegen auf die nördliche, gleichwie auf die ſüdliche gemäßigte Mondzone volle 87° ($90^\circ - 1\frac{1}{2}^\circ$ einer- und anderſeits) kommen. Da die Sonne alſo den Aequator kaum verläßt, ſo kann von einem Wechſel der Jahres-Zeiten auf dem Monde auch eben ſo wenig die Rede ſeyn: der Mond genießt, ſoweit Dieß bloß vom Sonnenſtande abhängt, einer ſteten ſolchen Frühlings- oder Herbſtzeit, wie die gemäßigten Zonen unſeres Planeten, für welchen die Sonne nur zum Frühling und Herbſt in den Aequator tritt; — ich habe hierauf ſchon vorn hingedeutet, und komme, wie geſagt, noch ausführlicher darauf zurück.

Tag und Nacht auf dem Monde dagegen, worauf ich nun auch erſt noch kommen muß, unterſcheiden ſich von demjenigen, was wir in dieſer Hinſicht auf der Erde beobachten, gänzlich. Mit Ausnahme der, nachgewieſenermaßen, ſo ſehr kleinen Polarzonen, iſt Tag und Nacht auf dem Monde (ſtatt bei uns nur unter dem Aequator) überall und ſtets gleich lang, und dauert, einer wie die andere (an Stelle unſerer 12 und 12 Stunden gleicher Tag- und Nachtlänge) 354 Stunden, nämlich einen halben ſynodiſchen Monat ($\frac{1}{2} . 29\frac{1}{2}$ Tage). Um den Leſern einen recht anſchaulichen Begriff davon zu verſchaffen, bitte ich Sie, Fig. 1 der Tafel VI. zu betrachten: wenn ſich der Mond M in 1 befindet, ſo hat ſeine, der Erde E zugewendete Hälfte die Sonne S links, öſtlich: Sonnen-Aufgang, Morgen; in 2 iſt ihr Mittag; in 3 (alſo nach dem halben Umlaufe) ſteht ihr die Sonne rechts, weſtlich: ihr Abend (der Morgen der entgegengeſetzten Halbkugel, für welche rechts daher links wird) bricht an; und in 4 iſt ihre Mitternacht (der Mittag jener entgegengeſetzten Halbkugel); — der Anblick der Figur macht die Sache wirklich ganz augenſcheinlich.

Die nächtliche Erleuchtung des Mondes anlangend, wie wir unſerſeits eine ſolche nächtliche Erleuchtung von ihm empfangen, ſo verdankt er dieſelbe dagegen reciproce der Erde, die er nicht weniger, als wir ihn, in ihrer Sonnenbeleuchtung vor ſich ſieht: auf der ganzen (vergl. nur die Figur), uns ſtets zugekehrten Halbkugel des Mondes leuchtet die Erde (als Mond des Mondes) während ſeiner alſo 354 Stunden langen Nacht mit ihrem erborgten Sonnenlichte: in 4 dieſer Figur, welche ich nur mit einigem Nachdenken nochmals anzuſehen bitte, haben wir Erdbewohner Neumond, der Mond hat Voll-Erde (der Mond kehrt augenſcheinlich ſeine ganze dunkle Halbkugel der Erde, die Erde ihre ganze Sonne-be-

gleich von der „Ekliptik“ verſchiedenen Bahnen der übrigen Planeten um den Centralkörper Sonne an. Nun iſt der „Centralkörper“ für den Mond zwar die Erde; die „klimatiſchen Verhältniſſe“ dieſes Geſtirns ſind jedoch nicht weniger von der Sonne, um welche es mit der Erde läuft, abhängig, daher ich (vergl. oben), bevorwortetermaßen, „Schiefe der Ekliptik des Mondes“ den ($1\frac{1}{2}^\circ$ groß nachgewieſenen) Winkel nenne, welchen die Ebene des Mondäquators mit der Ebene der Ekliptik macht.

* Wenn ſich die Leſer hiernach die Oberfläche jeder einzelnen Mondzone in Quadratmeilen berechnen wollen, ſo finden Sie dazu Anweiſung im Art. Erdſtriche, S. 391; Sie müſſen ſich nur auf den Radius der Mondkugel, welchen ich Ihnen vorn = 234 Meilen nachgewieſen habe, beziehen, und werden dann ſchließlich die Summe der Producte = 689000 □ Meilen (ganze Oberfläche) wie oben, finden.

ſchienene Halbkugel dem Monde zu); in 1 hat der Erdbewohner erſtes Mond-, der Mondbewohner letztes Erdviertel, und ſo weiter: die Mondphaſen des Erdbewohners ſind, wie ich, bevorworteterm aßen, im beſondern Art. Mondphaſen noch weiter ausführe, ſtets die Ergänzungen der Erdphaſen des Mondbewohners: die Dauer des Mond-Phaſenwechſels (ſynodiſchen Monates) für die Erde iſt der Dauer eines ganzen Mond-Sonnentages (der Rückkehr der Sonne zum nämlichen Mondmeridian) gleich. Die Nächte der von der Erde ſtets abgewendeten Mondhalbkugel werden dagegen natürlich auch nie durch Erdlicht erhellt; dieſe Nächte genießen nur Sternenlicht; — und wenn ein Bewohner (ein Selenit) der abgewendeten Mond-Halbkugel des beſonders ſchönen Anblickes der „Vollerde“* (Pleniterrium) genießen will, ſo muß er ſich alſo, zur Zeit, da wir „Neumond“ haben, aus ſeiner (dann Tag-) Hälfte in die andere (dann Nacht-) Hälfte ſeines Geſtirns begeben: die, durch die oben nachgewieſene Leichtigkeit der Bewegungen auf dem Monde begünſtigte Reiſe lohnt übrigens gewiß der Mühe, indem, wie wir geſehen haben, die Erde den Mond im Durchmeſſer $3^2/_3$ Mal übertrifft, und daher als $(3^2/_3{}^2)$ 14 Mal größere Scheibe ein prachtvolles Schauſpiel gewähren muß** zumal da ſie wegen der Natur des Laufes des Mondes um ſie, abgeſehen von der Libration, unbeweglich am Himmel zu ſtehen ſcheint.

Die Sonne dagegen erſcheint, bei der Geringfügigkeit der Entfernungsdifferenzen, auf dem Monde von derſelben Größe, etwann $1/2^0$, wie auf der Erde, gleichwie auch der allaugenblickliche Anblick des Fixſternhimmels alldort vom irdiſchen nicht bemerkbar verſchieden iſt, nur daß der ſcheinbare Fixſtern-Umlauf, ſtatt bei uns einen ſideriſchen Tag, dort einen ſideriſchen Monat dauert.

Ich habe hiernach über dieſe Mond-Himmels-Erſcheinungen Nichts weiter hinzuzufügen, gleichwie ich mich begnügen muß, wegen der, in die nämliche Kategorie gehörigen, durch den Mond verurſachten Finſterniſſe, und die ſchon erwähnte, nicht weniger auf dieß Geſtirn bezügliche Ebbe und Fluth, auf die beſondern ausführlichen Artikel zu verweiſen; — und ich kann demgemäß die mathematiſche Selenographie hiermit beenden, und nunmehr zur phyſiſchen übergehen.

Der Mond iſt alſo, um es zunächſt erſt nochmals im Allgemeinen hervorzuheben, eine für ſich dunkle, nur im erborgten Sonnenlichte glänzende Kugel. Schon mit bloßen Augen ſehen wir aber auf der hiernach als Scheibe erſcheinenden Oberfläche dieſes uns nächſten, und an Geſtalt der Erde ſomit zwar auch gleichenden, in der ſonſtigen Naturbeſchaffenheit von ihr aber gewiß ſehr verſchiedenen Himmelskörpers hellere und dunklere Theile: „Mondflecke“*, wie ich

* Das Detail der vergleichenden Beſchreibung dieſer Erſcheinung der Erde auf dem Monde gehört in die ſogenannte „Astronomia comparativa“, und wird beſonders phantaſiereich ausgeführt von unſerm Kepler in einem kleinen „Opus posth.“ (ich bitte, es in ſeiner Biographie Bd. I. S. 890. nachzutragen): „Somnium de astronomia lunari.“ Frf. 1634. 4. auf welches ich oben zurückkomme.

** Von dieſer Beleuchtung der Nachtſeite des Mondes durch Erdenlicht können ſich meine Leſer mittelſt eigener Beobachtung des Neumondes leicht überzeugen: Sie werden dann ſchon mit mäßigen Fernröhren mehrere, zum Licht-Reflexe beſonders geeignete Mondflecke im Glanze dieſes „Erdſcheins“, des alleinigen, demſelben dann zugehenden Lichtes, erkennen.

Zugleich lehrt die Erwägung der Umſtände, daß der Neumond, bei welcher Phaſe wir von dieſem Geſtirn das wenigſte Licht empfangen, doch ſeinerſeits wirklich des meiſten Lichtes genießt: ſeine ganze Nachthalbkugel hat dann Voll-Erde, wogegen dieſelbe beim Vollmonde, angeführtermaßen, nur auf Sternenlicht beſchränkt iſt.

* Von der Configuration ſolcher „Mondflecke“ rührt auch der ſo auffallende Anblick eines Geſichts im Monde her, welches ſchon die Alten, namentlich Plutarch, in ſeiner unten näher zu erwäh-

oben, mit Verweiſung wegen des Details hierher, anticipirend geſagt habe; — und auch nur mittelmäßige Fernröhre zeigen uns auf dem Monde unzählbare Ungleichheiten, Streifen, Vertiefungen, kurz die verſchiedenſten und ſeltſamſten Formen, welche eben deßhalb ſogleich eine ſolche große Verſchiedenheit ahnen laſſen. Die Selenographie, beſonders in ihrer neueren Ausbildung, hat für dieſe eigenthümlichen, verſchiedenartigen Mond-Formen auch eine eigene Nomenclatur ſchaffen müſſen, deren Ausdrücke zwar natürlich an entſprechende Geſtaltungen auf unſerer Erde erinnern (denn woher hätten wir ſie ſonſt entlehnen ſollen?), ohne daß damit, wie ich, dem Angeführten gemäß, alſo gleich ganz beſonders bevorworten muß, jedoch mehr als eine allgemeine, zuweilen ſogar nur ſehr entfernte Aehnlichkeit angedeutet werden ſollte. Aus dieſem Grunde dürfen wir z. B. bei dem nun einzuführenden Ausdrucke der „Mondgebirge“ nicht ohne weiteres auch vollkommen die den Erdgebirgen eigenthümliche Structur, bei „Crater“ nicht unbedingt unſere vulcaniſchen Proceſſe, bei „Mondmeer“ namentlich nicht waſſerbedeckte Oberflächen im irdiſchen Sinne u. ſ. w. annehmen: gewöhnlich iſt es vielmehr nichts als ein kaum genauer zu beſtimmendes äußeres Merkmal, welches dieſe bloß gleich benannten Objecte auf beiden Weltkörpern mit einander gemein haben; und man darf daher von jener Aeußerlichkeit nur mit Vorſicht auf den inneren Zuſammenhang ſchließen; man darf die von unſerm Wohnorte abſtrahirten Begriffe nicht zu dreiſt auf die Nachbarwelt übertragen, und muß der ſchon oben angeregten Idee vom Contraſte des Erd- und Mond-Lebens, welche ich angelegentlich verfolgen werde, ſtets um ſo beſorgter eingedenk ſeyn, als nicht anzunehmen ſteht, daß ſich die ſo unerſchöpflich reiche Natur auf dem Monde in irdiſcher Form nur geradehin wiederholt haben werde. — Mit dieſer Vorſicht iſt alſo die Beſchreibung und Nomenclatur der einzelnen Mondformen, womit ich, um hernach überall gleich verſtanden zu werden, die Phyſik des Mondes jetzt einleite, aufzunehmen.

Am auffallendſten darunter ſind zunächſt die größeren und kleineren, beſonders im Vollmonde hervortretenden, grauen Flecke, welche ſich theils ſcharf getrennt vom reineren Mondlichte (von den helleren, hernach zu betrachtenden Mondlandſchaften), theils in daſſelbe übergehend zeigen. Man hat ſie, wie geſagt, Meere (Maren, Maria) genannt, und früher auch wirklich dafür gehalten*, obwohl ſich ſelbſt ſchon Hevel, der oben erwähnte ältere Mondbeobachter, im angeführten Werke der „Selenographia“ gegen die aus dieſer Benennung gezogenen Schlüſſe verwahrt, und ausdrücklich bevorwortet, „er nenne ſolche Mond-Flecke nur deßhalb Meere, weil er ſie mit nichts Anderm beſſer zu vergleichen wiſſe“. Spätere Beobachtungen und Unterſuchungen haben immer deutlicher gezeigt, daß die Vorſtellung einer allgemeinen Waſſerbedeckung des Grundes, im Sinne unſerer Meere, unſeres Meerwaſſers, hier nicht Statt finde**. Denn Unebenheiten der verſchiedenſten Art ziehen ſichtlich durch dieſe „Maren“ hin; die Farbe derſelben iſt nichts weniger als monoton; ja, man bemerkt in ihnen leer ſtehende Tiefen; und ſie laſſen ſich allgemein nur als große, gegen ihre hellere Umgebung vertiefte Mond-Ebenen characteriſiren. Wenn nun gleich hiermit noch nicht abſolut be-

nenden Schrift „De facie in orbe Lunae“ richtig alſo erklärten, und worauf ich daher nicht weiter zurückkomme.

* „Do maculas esse *maria*“ ſagt Kepler in ſeinem, mit Verweiſung hierher, eben citirten „Somnium de astronomia lunari“.

** Ich mache nochmals darauf aufmerkſam, daß ſich das hier Angeführte natürlich nur auf die zu unſerm Anblicke kommende dieſſeitige Mondhalbkugel bezieht. Die bei der „Libration“ (vergl. oben) ſichtbar werdenden Randſtreifen der abgewendeten Hälfte zeigen indeß auch ſolche „graue Maren“, von welchen, aus hinten näher zu entwickelnden Gründen angenommen werden darf, daß ſie in den entfernteren Partien dieſer abgewendeten Halbkugel den „Mondwaſſer-“ Charakter vielleicht noch deutlicher offenbaren.

hauptet werden ſoll, daß das „Waſſer“ dem Monde ſchlechterdings gebreche, ſo darf doch, auf Grund beſonders des obigen letzteren Umſtandes, mit ziemlicher Gewißheit angenommen werden, daß ſich die „Mondgewäſſer“ von den irdiſchen in ihrer Natur ſehr unterſcheiden *. — Sumpf (Palus) und See (Lacus) ferner hat man die, in der grauen Färbung den „Maren“ zwar verwandten, aber doch etwas helleren Mondflecke genannt, und welche ſich von den Maren auch noch dadurch unterſcheiden, daß ſie mehr von Cratern, Bergadern u. ſ. w. durchzogen ſind; — und mit Buſen (Sinus) endlich bezeichnet man buchtenartige Einſchnitte in die „Ufer“ (wenn ich ſo ſagen darf) der Maren (von welchen „Mond-Meerbuſen“ unſere Karte, namentlich den prachtvollen *Sinus Iridum* — oben, links — auszeichnet).

Ich muß hierbei zuvörderſt erſt noch bemerken, daß, wie unten weiter auseinander geſetzt werden wird, der vorherrſchende Grundtypus aller Mondformen der Kreis iſt, und daß ſich dieſe Form auch ſchon an den bis jetzt erwähnten „Maren“, „Seen“ u. ſ. w. und zwar um ſo beſtimmter da verräth, wo eine deutliche Begrenzung ſichtbar wird.

Die helleren Landſchaften des Mondes, auf welche ich nun komme, ſind dagegen faſt ohne Ausnahme gebirgig; und die höchſten Berge des Mondes übertreffen unſere Berge, wie ich gleich mit anführe, eben ſo wohl an abſoluter Höhe *, als beſonders auch an Steilheit, welcher letztere Umſtand ſchon bei Betrachtung des Mondes durch nur mäßige Fernröhre auffällt. Zuweilen, aber viel ſeltener als auf der Erde, bilden dieſe Mondberge einfache Reihen, Bergketten, mit einzelnen Gipfeln und kleinen Ausläufern;

* Dieß will ich, meinen vorn gemachten allgemeinen Andeutungen gemäß, mit den obigen Auseinanderſetzungen auch eigentlich bloß ſagen. Wenn meine Leſer nämlich die, dem vorliegenden Collectiv-Artikel beigegebene, im folgenden Vortrage näher zu erörternde Mondkarte genau betrachten, ſo werden Sie finden, daß nur das „Mare Crisium“ und „Mare Humorum“, beide von einer mäßigen Ausdehnung, wodurch ſie etwann an unſer „Schwarzes“ und „Kaspiſches Meer“ erinnern, gleich dieſen auch völlig umſchloſſen ſind, wogegen ſämmtliche größere Mond-„Meere“ („Oceanus Procellarum“, „Mare Serenitatis“, „Mare Nubium“ u. ſ. w.), ganz nach Art der irdiſchen Oceane, unter einander in Verbindung ſtehen. Daſſelbe habe ich im Artikel Mars, von den „Meeren“ dieſes Planeten nachgewieſen; — und dieſe Analogie wenigſtens iſt unverkennbar. —

Man könnte mich aber, auf dieſe Veranlaſſung, auch gleich noch nach dem Urſprunge der obigen Namen, z. B. des „Mare Humorum“ u. ſ. w. fragen; allein bloße Willkühr der früheren Mondbeobachter hat, wie ich im Artikel „Mondkarten“ näher zeigen werde, dieſe Benennungen gewählt, ſo daß ich weitere Gründe dafür alſo nicht angeben kann.

* Dieſe Höhen ſind in unſerer Mondkarte ſpeciell verzeichnet, und die Leſer finden z. B. unter Nr. 93. derſelben die Höhe des „Ringgebirges“ (vergl. oben) Curtius zu 21000 Fuß angegeben, welche (abſolute) Höhe wenige unſerer Berge beſitzen. Zieht man dabei aber außerdem in Betracht, daß der Mondhalbmeſſer noch nicht $^{1}/_{3}$ des Erdhalbmeſſers (1 : $3^{2}/_{3}$; ſ. vorn) hält, ſo überraſcht dieß relative „Verhältniß um ſo mehr; und man könnte mich alſo gleich nach dem Mittel einer ſo genauen Beſtimmung der Höhe der Mondberge fragen. Hevel ertheilt in ſeiner auch ſchon vorn erwähnten „Selenographia“. S. 266. Anleitung dazu. Er fand, daß die Spitze eines Mondberges ſchon von der Sonne erleuchtet ward (ſich als leuchtender und demnach wahrnehmbarer Punct im dunklen Mondviertel zeigte), als dieſe Spitze in der Quadratur z. B. (im erſten Viertel) noch um $^{1}/_{13}$ des Mondhalbmeſſers von der Erleuchtungsgrenze abſtand. Nun ſey (einem Verfahren gemäß, wovon wir, auf andere Veranlaſſung, ſchon im Art. Erde, S. 346. Anwendung gemacht haben) in Fig. 2. der Tafel VI. D dieſe Mondbergſpitze, S die Sonne, SD alſo der, die Mondkugel an der Erleuchtungsgrenze AB berührende und jene Spitze treffende

gewöhnlicher aber zeigen ſie ſich als neben einander gelagerte breite Maſſen: *Maſſengebirge*; mit tief einſchneidenden oder auch ganz hindurchgehenden Querthälern (die jedoch — vergl. unten — nicht das Anſehen einer *Durchſpülung*, wie auf der Erde, haben). Oder es erhebt ſich auch ein bedeutendes ganzes Stück der Oberfläche über die umliegenden helleren ſowohl als dunkleren Landſchaften als *Hochland*, und zeigt dabei auf ſeinem Plateau eine Menge der verſchiedenartigſten Gebirgsformen, an einem Rande aber ein hohes Gebirg: *Randgebirg**, welches ſich mit gewaltigen Abſtürzen unmittelbar in die graue Ebene hinabſenkt.

Niedrige Rücken, wie ſie gewöhnlich in der Nähe der Lichtgrenze geſehen werden können, und in mäßiger Breite, ohne verwickelte Krümmung, entweder als einfache Kreisbögen, oder auch als ganz gerade Linien, die Mond-Ebene durchziehen, nennt man am paßlichſten *Bergadern*, bei mehrerer Breite auch *Landrücken*, und das von ihnen und mäßig hohen Kuppen bedeckte Land *Hügelland*. — Häufiger als auf der Erde finden ſich ferner in den Mond-Ebenen Berge von allen Formen und Dimenſionen *einzeln*: *iſolirte Berge*; ſie bilden oft Reihen ohne beſtimmten Zuſammenhang, umgeben zuweilen auch in der regelmäßigen *Kreisform*, welche ich ſchon oben als den Grundtypus der Mondgebilde bezeichnet habe, eine Innerfläche, welche ſolchergeſtalt ringsum durch Querthäler mit der äußern verbunden iſt, und führen dann in der Mondnomenclatur den Namen der *Bergkränze*. Dieſe „Bergkränze" machen nun den Uebergang zu den merkwürdigen

Sonnenſtrahl; ſo iſt AD, der Beobachtung zufolge, angeführtermaßen, $= 1/13$, $AC = 0{,}07692 . AC$. Dieß iſt die Tangente von ACD, zu welcher nach den Tafeln die Secante $CD = 1{,}00295 . AC$ gehört, zieht man hiervon $CE = AC$ ab, ſo bleibt $ED =$ der Berghöhe $= 0{,}00295 . AC$ (oder, da wir AC oben $= 234$ Meilen gefunden haben) $= 0{,}00293 . 234 = 0{,}69 =$ etwas über $2/3$ geographiſche Meilen.

Ein anderes Hilfsmittel zu dieſer Beſtimmung gewähren die Sonnen-*Finſterniſſe* (vergl. d. A. S. 510.), wobei die, allmälig vor die glänzende Sonnenſcheibe rückende dunkle Mondſcheibe die eben an ihrem Rande ſtehenden Berge als ſchwarze Zacken erſcheinen läßt, welche man mikrometriſch äußerſt ſcharf meſſen und mit dem Mondhalbmeſſer vergleichen kann (eine Meſſung, die, wie ich auch gleich bemerke, nicht weniger Anwendung auf die *Tiefen der Bergſchluchten* findet, die dann ebenfalls am ſich alſo *ausgezackt* darſtellenden Mondrande ſichtbar werden).

Noch häufiger endlich wendet man jetzt, nach — vergl. unten — unſeres *Olbers* Vorſchrift, die Meſſung der, auf dem erleuchteten Theile der Mondſcheibe gut beobachtbaren *Schattenlängen* der Mondberge an. Verſinnlichet man ſich nämlich den Mond z. B. wieder im erſten Viertel, ſo ſieht man leicht, daß, gleichwie diejenigen ſeiner Berge, die die Sonne eben im Zenith haben, gar keinen Schatten werfen, dieſe Schatten dagegen immer länger werden, je weiter die Berge vom Mittagsſtande ab und der *Erleuchtungsgrenze*, für welche die Sonne alſo eben auf- oder untergeht, näher liegen, demgemäß ſich die Höhen aus jenen Schatten-Längen und den Sonnen-Abſtänden berechnen laſſen. — Ich habe meine Leſer hierdurch, planmäßig, zunächſt von der Ausführbarkeit dieſer Meſſungen überzeugt, und habe ſolchergeſtalt wieder einmal diejenige innigere Ueberzeugung bei Ihnen begründet, durch welche dergleichen aſtronomiſche Zahlenangaben allein erſt ihre rechte Bedeutung erlangen.

* Unter dieſen „Randgebirgen" zeichnet ſich der *Apennin* (die Leſer finden es auf unſerer Karte, im 1ſten Quadranten, ſüdweſtlich — rechts — vom Mare Imbrium) durch Umfang und Erhebung (18000 Fuß) ſeines höchſten Gipfels dergeſtalt aus, daß es wahrſcheinlich dasjenige iſt, deſſen ſchon *Plutarch* in ſeiner (oben erwähnten) Schrift über die Geſtalt der Mondſcheibe „De facie in orbe Lunae", aus welchen in *Lucian*'s ſpottendem Dialog „De vera historia" Fragmente vorkommen, als eines beſonders auffallenden Mondgebildes erwähnt.

ſogenannten Cratern, welche durch ihre Anzahl, ihre Größe und das Fremdartige ihres Anblicks jeden Mondbeobachter in Erſtaunen ſetzen, und deren allgemeiner Charakter in einem hohen, kreisförmigen Walle beſteht, der eine ſphäroidiſche Vertiefung umgibt, welche ſich faſt ohne Ausnahme unter dem Niveau der umgebenden Ebene findet, und häufig wieder mit „iſolirten Bergen" beſetzt iſt. Dabei treten aber die mannichfaltigſten Modificationen ein; und man hat deßhalb wieder die Unterabtheilung dieſer „allgemeinen Craterform" in Wallebenen, Ringgebirge, Crater im engeren Sinne und Gruben gemacht.

Unter „Wall-Ebenen" verſteht man ſolche Umwallungen, deren vertiefte Innerfläche 10 bis 30 Meilen im Durchmeſſer hält; die „Ringgebirge" unterſcheiden ſich davon durch die größere Steilheit des umringenden Bergrückens bei geringerer Ausdehnung der meiſtens auch noch mit einem Centralberge beſetzten Innerfläche, und noch beſtimmteres Hervortreten der Kreisform; und mit dem Ausdrucke, „Crater (im engeren Sinne") und „Gruben" endlich bezeichnet man diejenigen kleineren Tiefen, deren Umwallung zu unbedeutend iſt, um genauer erkannt zu werden, und deren Menge auf der Mond-Oberfläche, wie geſagt, geradezu unzählbar genannt werden kann.

Endlich und letztlich zeigt uns der Mond noch zwei Gebilde, zu welchen die Erde kaum ein Analogon bietet, und welche man mit dem Namen der Rillen und Strahlenſyſteme belegt hat. Die „Rillen" ſind ſchmale, lange, entweder geradeaus gehende, oder doch nur mäßig gebogene, furchenartige Vertiefungen, mit ſehr ſteilen parallelen Rändern, oft durch Crater oder hin an ſolchen ziehend, oft auch in der Ebene, in welcher ſie ſich verlieren, bleibend, und ſich, bei mäßiger Breite, zuweilen 30 und mehr Meilen weit erſtreckend. Um dieſe „Rillen" *, wie man wohl gethan hat, mit Strömen oder Flüſſen, im irdiſchen Sinne, zu vergleichen, müßte, nach Art der letzteren, ihr endlicher Erguß in die (Mond-) Meere nachgewieſen werden können, welches der Beobachtung nicht gelingt; — und wenn es alſo wirklich Flüſſe ſind, ſo ſind es doch wenigſtens von den irdiſchen wiederum höchſt verſchiedene, ganz anderen Bedingungen unterworfene Flüſſe: es ſind Mondflüſſe mit Mondwaſſer, d. h. mit einer, das irdiſche Waſſer auf dem Monde nur mehr oder weniger repräſentirenden, dieſem Weltkörper charakteriſtiſch-eigenthümlichen Flüſſigkeit. — Unter „Strahlenſyſteme" dagegen verſteht man Lichtſtreifen, welche vom Fuße vieler der größeren Mond-Ringgebirge ab, radienartig, oft über hundert Meilen weit fortziehen, und dabei meiſtens nur eine geringe Breite von wenigen Meilen haben. Ihr Glanz iſt ſo energiſch, daß ſie ſelbſt das hellſte andere Vollmondlicht überſtrahlen; — und wenn überhaupt ein Ausdruck der Vergleichung für ſie zuläßig iſt, ſo möchte ich ſie Glasſtröme nennen, ohne jedoch damit für die Phantaſie meiner Leſer irgend maßgebend werden zu wollen. — Mit den hier beſchriebenen, von den irdiſchen alſo meiſtens ganz verſchiedenen Gebilden finden die Leſer nun die Mondfläche, und zwar, wie ein Blick auf unſere Karte zeigt, überaus dicht beſetzt; und wenn Sie mit dieſem Verhältniſſe die vorn nachgewieſene mehrere Stofffeinheit der den Mond bildenden Materie, die, in dem beſonderen Art. Atmoſphäre des Mondes, S. 76. dargethane große Dünnheit der Mondluft und die daraus folgende, ähnliche leichtere Beſchaffenheit des (Mond-) Waſſers, welches alſo dem Monde ſo wenig als die Luft ganz abgeläugnet werden mag, zuſammenhalten: ſo wird dieß nach meiner Abſicht dazu dienen, Sie immer inniger von dem bevorworteten gänzlichen Contraſte zwiſchen der Natur-Oeconomie auf der Erde und dem Monde zu überzeugen. Die Natur iſt aber auch allerdings reich genug, um ſich, ſelbſt auf dem zu-

* Die beſte Arbeit über dieß eigenthümliche Mondgebild finden Leſer, welche ein mehreres Detail, als mein Werk bieten kann, verlangen, in unſeres Mädler „Beiträge zur Kenntniß der Himmelskörper". Weimar. 1841. gr. 4. S. 11. „Ueber die Rillen der Mondfläche".

nächſt benachbarten Geſtirn, in ihren Formen nicht zu reproduciren: ſie beſitzt hinreichende Mittel, um im Schaffen und Walten überall einen eigenthümlichen Charakter auszuſprechen; und es iſt eine Beſchränktheit der Anſicht, gerade nur *die* Form eines planetariſchen Lebens als die einzige mögliche gelten laſſen zu wollen, welche wir eben auf unſerm Erdkörper vorfinden.

Auſſerdem aber kommt für den, ſolchergeſtalt nochmals hervorgehobenen Contraſt des Mond- und Erdlebens nicht minder der vorläufig oben auch ſchon erwähnte Umſtand der ganz andern *klimatiſchen* Verhältniſſe auf dem Nachbargeſtirn in Betracht. Wir haben geſehen, daß auf dieſem Geſtirne von einer *heißen* und von *kalten* Zonen, im Sinne unſeres Planeten, kaum die Rede iſt, daß die Sonne vielmehr den dortigen Aequator faſt nicht verläßt, und daß das *Mond*-Clima, ſoweit daſſelbe allein von dieſer Bedingung des Sonnenſtandes abhängig iſt, daher *ununterbrochen* unſerm Frühling oder Herbſte gleichen muß, wogegen auf der Erde nur während der kurzen Dauer dieſer beiden Jahreszeiten ein ähnlicher Sonnenſtand eintritt. Die Klimatologie des Mondes weist alſo wenigſtens gewiß auf den Charakter einer größeren *Conſtanz* hin; und man kann daraus, mit *gleichzeitigem Bezuge* auf die (vergl. ebenfalls oben) längere Tag- und Nachtdauer (Sonnen-Beleuchtung und Entbehrung), Schlüſſe auf die Mond*vegetation* ableiten, worin ich, obwohl wirkliche Beobachtung das erſte Glied der Schlußkette abgibt, jedoch nicht weiter zu gehen wage, welche ſich aber ſehr phantaſiereich in unſeres Münchener Aſtronomen *Gruithuiſen* ſchon öfter citirter „Naturgeſchichte des Himmels". München. 1836. gr. 8. S. 185. flgd. entwickelt finden.

Hieran reihet ſich nun, in noch weiterer Verfolgung jener, zunächſt immer doch wieder von der Beobachtung ſelbſt ausgehenden Schlußkette, die für uns noch intereſſantere Frage nach der *Bewohntheit des Mondes*, und zwar nicht bloß überhaupt durch lebende, ſondern auch beſonders durch *denkende* und *empfindende* Weſen: denn die Vegetation, auf welche wir durch Betrachtung der climatiſchen Verhältniſſe geführt worden waren, bedingt das Animaliſche. Wenn der Naturphiloſoph aber die Exiſtenz von Bewohnern auf dieſem Geſtirne, gleichwie auf *allen* Weltkörpern poſtulirt, ſo hat er dafür außerdem einen noch allgemeineren, entſcheidenden Grund: *die feſte Ueberzeugung von der höchſt-möglichen Zweckmäßigkeit alles Erſchaffnen.* Dieſe Ueberzeugung iſt es, welche uns, da das Lebendige und Empfindende höhere und edlere Zwecke als das Lebloſe erfüllt, ſchlechterdings zwingt, ein empfindendes Daſeyn überall, wo wir ein ſolches als dieſergeſtalt nur *möglich* anerkennen, auch als *wirklich vorhanden* zuzugeben*. Bei der nachge-

* *Kant*: „Naturgeſchichte des Himmels". 4te Aufl. Zeitz. 1808. S. 124. „Es wäre eine *Ungereimtheit*, die Bewohntheit der Himmelskörper zu läugnen"! — Indeß bin ich meinen Leſern die Mittheilung auch einer, *andere* Geſichtspuncte für dieſen Gegenſtand andeutende Beobachtung der allerneueſten Aſtronomie ſchuldig: Unter der Ueberſchrift: „der Mond durch das neue Rieſen-Teleſkop des Lord *Roſſe* (d. Art. *Spiegelteleſkop* führt mich darauf zurück) angeſchaut" enthält der *„Observer"* nämlich folgende merkwürdige Mittheilung: „den *Mond* betreffend, ſo iſt jeder Gegenſtand auf ſeiner Oberfläche, der die Höhe von 100 Fuß hat, vermittelſt dieſes Teleſkops, deutlich ſichtbar. Bei ſehr günſtigen Luft-Verhältniſſen kann man ſelbſt Gegenſtände, die nur bis 50 Fuß Höhe haben, unterſcheiden. Beſonders hervortretend auf der Mond-Oberfläche ſind verſchiedene Krater von ausgebrannten Vulkanen, dann Felſen und Maſſen von Steinen, welche letztere unzählbar ſind. Ein gewöhnliches Gebäude auf der Oberfläche des Mondes würde durch dieſes Teleſkop deutlich ſichtbar werden (womit die gleich folgende Bemerkung unſeres *Mädler* zu vergleichen iſt). Indeß zeigt ſich auf dem Monde nichts von Wohnungen und Gebäuden, gleich den unſrigen, kein Ueberbleibſel der Architektur als ein Anzeichen, daß der Mond je durch eine Race von Sterblichen, ähn-

wieſenen großen Verſchiedenheit der Lebensbedingungen auf dem Monde und auf der Erde, muß aber begreiflich für die Mondbewohner („*Seleniten*") auch eine ganz andere Organiſation * als für uns Erdbewohner angenommen werden: die Mannichfaltigkeit dieſer Organiſationen der Weltkörperbewohner überhaupt iſt gewiß nicht weniger groß, als die Verſchiedenheit der Weltkörper ſelbſt, von denen, ſoweit unſere Beobachtung irgend reicht, keiner in ſeinen Naturverhältniſſen dem andern völlig entſpricht. Auch haben, wie ich, des beſondern Intereſſes des Gegenſtandes wegen, aus den unten beigefügten hiſtoriſchen Notizen hier anticipire, ſchon die *Pythagoräer* den Mond in einer ſolchen Art für bewohnt und mit Pflanzen und Thieren beſetzt gehalten, wovon man das Nähere beim *Plutarch* „De placit. philos. II. 30. einſehen kann. Noch andere Meinungen der Alten hierüber in *Fabricius* Bibliotheca Graeca. T. I. cap. 20.; — den obigen beſtimmten Namen der „Seleniten" aber verdanken die Mondbürger erſt unſerm neueren Mondbeobachter *Hevel*, welcher ſie in ſeiner mehrmals citirten „Selenographia" S. 109. flgd. alſo getauft hat. *Huygens*, der uns vielfach bekannt gewordene Holländiſche Aſtronom des 17ten Jahrhunderts („Cosmotheoros". Hag. Com. 1698. 4. S. 24.), ferner ſetzt in den Mond „animalia quae ratione utuntur"; und der liebenswürdige *Fontenelle* („Entretiens sur la pluralité des mondes", von deren wiederholten Ausgaben ſich wohl eine oder die andere in den Händen der meiſten meiner Leſer befindet) bevölkert dieß Geſtirn „d'habitans, mais qui ne sont point du tout faits comme les hommes". — Dieſe Uebereinſtimmung der Meinungen ſpricht nicht weniger beſtätigend für die, durch ſo viele innere Gründe, und durch eine Schlußkette, deren *erſtes* Glied, wie geſagt, die Beobachtung und Erwägung der *allgemeinen* Naturbeſchaffenheit des Mondes ſelbſt abgibt, unterſtützte Anſicht von der Bewohntheit dieſes Geſtirns durch lebende und empfindende Weſen; nur muß man ſich, wie ich vorläufig auch ſchon oben, mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, ſorgfältig gewarnt habe, nicht etwann einfallen laſſen, das Vorhandenſeyn dieſer „Seleniten" namentlich durch das Fernrohr, auch wirklich und augenſcheinlich verificiren zu wollen. Zunächſt ſchließt die nachgewieſene Unzulänglichkeit unſerer Teleſkope, in Verbindung mit der Beſchaffenheit der irdiſchen Atmoſphäre *, alle und jede Hoffnung

lich der unſrigen, bewohnt geweſen wäre. Er bietet durchaus nichts dar, was zu der Vermuthung führen könnte, daß dort grüne Felder und Wieſen vorhanden wären, wie auf unſerem Erdball. Es iſt durchaus kein Waſſer ſichtbar, kein See, kein Fluß, oder ſelbſt nur ein Reſervoir, um Waſſer herbeizuführen. Es erſcheint hier durchaus Alles wüſt und öde". — Ich gebe dieſe Anführungen des „Observer", wie geſagt, genau in der Art, in welcher ich ſie finde, ſpäteren Beobachtungen eine Beſtätigung überlaſſend, die mir, und wahrſcheinlich auch den meiſten meiner Leſer, hier ganz beſonders Noth zu thun ſcheint, ehe man Behauptungen ſeinen Glauben ſchenkt, welche namentlich mit den ſchon citirten, gleich folgenden Bemerkungen unſeres großen Mondtopographen *Mädler* in ſo vollkommnem Widerſpruche ſtehen.

* Die vorn, nicht ohne Abſicht hervorgehobene, ſo ſehr viel *größere Leichtigkeit aller Bewegung auf dem Monde* dürfte einen Hauptcharakter dieſer Organiſationsverſchiedenheit zwiſchen dem Mond- und Erdbürger abgeben. Ich mache, wieder nicht ohne Abſicht, in einer beſondern Note, nochmals auf dieſen Umſtand aufmerkſam.

* *Mädler* „Selenographie". Vorwort. V. (womit jedoch die voraufgehende Anmerk. zu vergleichen iſt): „Um einen Menſchen oder ein größeres Thier *ohne künſtliche Hilfsmittel* noch deutlich als ſolche zu erkennen, dürfte Eine deutſche Meile doch ſelbſt für das ſchärfſte menſchliche Auge wohl die äußerſte Grenze ſeyn. Wenn man aber den Mond aus ſeiner Entfernung von 50000 Meilen bis auf dieſe 1 Meile heranziehen wollte, ſo wäre eine 50000malige Vergrößerung nöthig: man würde *damit* auf *dieſe* Entfernung nur erſt eben ſoviel, als ohne Vergrößerung, in der Entfernung der 1 Meile

auf die Erlangung dieſer Art von Evidenz für immer aus; auſſerdem finde ich aber noch den höheren Grund gegen die Möglichkeit einer ſolchen Erlangung augenſcheinlicher Gewißheit über die Bewohner anderer Weltkörper in den Abſichten der Gottheit Selbſt, welche ſo tiefe Einblicke in das eigentlichſte Weſen dieſer anderen Geſtirne nicht gewollt haben kann; — eine Anſicht, die ich jedoch hier nicht weiter verfolge, ſondern derentwegen ich auf die aſtronomiſchen Andeutungen in meinem Werke über die Unſterblichkeit der Seele* verweiſen muß. —

Die bis hierher vorgetragenen, durch unſere Schlußkette aus den Beobachtungen ſelbſt abgeleiteten Folgerungen über die Lebensformen auf dem Monde, beziehen ſich aber eben deßwegen natürlich auch nur auf die, den Beobachtungen allein zugängliche dieſſeitige Mondhalbkugel; — die ſtets von uns abgewendete (vergl. vorn) kleinere Hälfte des Mondes, welche indeß, nachgewieſenermaßen, doch immer noch 300000 □ Meilen enthält (unſer Deutſchland an Flächen-Inhalt gegen dreißig Mal übertrifft) iſt uns dagegen, unter jenem Geſichtspuncte unmittelbarer Beobachtung, natürlich auch eine, wie ich mich oben ausgedrückt habe, völlige „Luna incognita“. Mehrere Sternkundige, namentlich der verewigte Hof-Aſtronom Bode zu Berlin, in ſeinen wiederholt citirten Werken passim, und nach ihnen ich, oben, haben die Meinung aufgeſtellt, daß, da alle „Neben-Planeten“ (vergl. d. A.) ihrem Haupt-Planeten, nach Art unſeres Mondes, ſtets nur dieſelbe Seite zukehren, und die in Rede ſtehende andere Hälfte gleich ſehr ſtets abgewendet halten, die letztere wohl in dem nämlichen Maße mehr für die Zwecke der Bewohnbarkeit, wie die erſtere nur Behufs beſonderer Erleuchtungsfähigkeit organiſirt ſeyn möge. Die abgewendete Mondhälfte genießt, wie ſich die Leſer ebenfalls aus dem Vorangehenden erinnern, während ihrer 354 ſtündigen (½ . 29½ tägigen) Nacht nur des wenigen Sternenlichtes: die Erleuchtung durch das, die andere Hälfte ſo kräftig beſcheinende Erdlicht wird ihr nie zu Theile; und dieſer Mangel mit ſeiner Folge ſo lange dauernder tieferer Dunkelheit, könnte für ſie allwohl beſondere meteoriſche Einflüſſe*, namentlich eine, ſchon oben als wahrſcheinlich bezeichnete, größere Dünſte-

ſehen. Nun iſt bis jetzt (vergl. nochmals Fernrohr, S. 439.) eine 300 malige Vergrößerung die ſtärkſte, welche man mit verhältnißmäßigem Erfolge auf den Mond hat anwenden können; und es müßte daher eine Vervollkommnung unſerer Fernröhre, in allen ihren Beziehungen, nach dem Verhältniſſe von 300 : 50000 = 166 vorangehen, auſſerdem aber, anderer Umſtände noch gar nicht zu gedenken, die Erdatmoſphäre zugleich 166 Mal durchſichtiger werden, um einen „Seleniten“ von Menſchengröße auf dem Monde wahrzunehmen“.

* „Still-Leben, oder: Ueber die Unſterblichkeit der Seele. Briefe an eine Freundin“. Von Dr. Joſeph Emil Nürnberger. 3te Aufl. Kempten, Dannheimer. 1846. 8.

* Wenn man dem Mondlichte meteoriſche Einflüſſe auf die Erde zuſchreibt (eine Unterſuchung, wegen deren Einzelheiten ich auf Mädler's großes Mondwerk, S. 154. verweiſe), ſo iſt wohl Nichts natürlicher, als, umgekehrt, vom (vergl. oben) 14 Mal ſtärkeren Erdlichte auch eben ſoviel ſtärkere meteoriſche Einflüſſe auf den Mond zu präſumiren. Indem aber alſo die jenſeitige Halbkugel dieſen Einfluß durchaus nicht-, und die dieſſeitige denſelben dagegen ganz erleidet, muß, ſcheint es mir, eine meteoriſche Verſchiedenheit zwiſchen beiden die nothwendige Folge davon ſeyn: die wäßrigen Meteore (ſoweit ich dieſen Ausdruck von einer tropfbaren, das irdiſche Waſſer auf dem Monde repräſentirenden Flüſſigkeit gebrauchen darf) werden auf jener jenſeitigen Halbkugel vorherrſchen. — Damit könnte ſich eine andere, die Bewohnbarkeit begünſtigende Verſchiedenheit, nämlich die der Beſchaffenheit des dortigen Terrains verbinden; wiewohl ich nicht unbemerkt laſſen darf, daß unſer großer Mondtopograph Mädler dieſe Anſicht in ſeiner trefflichen Arbeit „Ueber die jenſeitige Mondhalbkugel“ (vergl. die ſchon oben citirten

Anſammlung und mehreren wäßrigen Niederſchlag, als Bedingung der Wohnbarkeit, bewirken. — Ich gebe dieſe Andeutungen, nach dem erwähnten Vorgange des würdigen *Bode*, jedoch nur als eine Hypotheſe, zu deren Unterſtützung ich, der Natur der Sache gemäß, alſo keinerlei wirkliche Beobachtung, ſondern lediglich die ſchon früher dafür geltend gemachte Beziehung auf huldreiche Abſichten einer um das Wohl Ihrer Seleniten beſorgten, immer gleich gütigen Vorſehung anführen kann.

In dieſelbe Kategorie der Hypotheſen gehören die von verſchiedenen Schriftſtellern aufgeſtellten Anſichten über den *Urſprung des Mondes*, über eine, wenn ich ſo ſagen darf, *Selenogonie*, oder doch wenigſtens über die *nächſten* Urſachen der jetzigen Oberflächen-Beſchaffenheit dieſes Weltkörpers, worauf ich mich beſchränke, und worauf ich auch nicht einmal eingehen würde, wenn derſelbe nicht als Nachbargeſtirn eine beſondere Wichtigkeit für uns hätte, und deßhalb auch eine Betrachtung unter *allen* Geſichtspuncten erheiſchte.

Ich habe aber in dieſem Bezuge ſchon oben, als die häufigſte aller Mondbildungen, die, auch wirklich ganz unzählbaren, großen und kleinen „*Crater*“ hervorgehoben, welche die Oberfläche dieſes Geſtirns bedecken, und ich habe demnach bereits durch den Namen auf eine *vulcaniſche* Entſtehung hingedeutet, zu welcher Annahme man ſich, bei genauerer teleſkopiſcher Betrachtung dieſer Gebilde, auch wirklich gezwungen ſieht. Dieſe Art von Entſtehung würde alſo vulcaniſche Ausbrüche vorausſetzen; und „wenn ſolchergeſtalt (*Mädler*, l. c.) *Ausbruch* (éruption) das rechte Wort iſt, wodurch im Ganzen und Großen, das Wirken der die Mond-Oberfläche geſtaltenden Kraft* bezeichnet wird, ſo käme es darauf an, darzuthun, daß gerade dieſe Art von Effect auch zu den *ſämmtlichen* Mondformen im natürlichſten Rapport ſtehe“. — Die ſpecielle Erörterung hierüber würde mich zu weit führen; und ich begnüge mich daher, nur das Final-Reſultat in die Worte zuſammen zu faſſen, daß, gleichwie bei Bildung der Oberfläche der *Erde* (vergl. d. A. S. 369.), das *Waſſer*, unter bloßer *Mitwirkung* des *Feuers*, die Hauptrolle geſpielt hat, die *Mond*-Oberfläche dagegen ihre heutige Geſtalt mehr dem (Mond-) *Feuer* zu verdanken ſcheint, indem eine Mitwirkung des (oben auch ſchon als *leichter*, *ſtofffeiner*, charakteriſirten, und deßhalb weniger energiſch auftretenden Mond-) Waſſers dabei kaum bemerkbar iſt**. — Dieß mag, wie geſagt, über „Selenogonie“ genügen.

Die *Geſchichte* der allmäligen Ausbildung unſerer Kenntniß vom Monde dagegen anlangend, ſo ſind, um, bevorwortetermaßen, nun auch einige nähere *hiſtoriſche* Notizen über dieß für uns ſo wichtige Geſtirn beizubringen †, ſoviel wir wiſſen, die *Chineſen* (wenigſtens nach den Berichten der Jeſuiten, die aber — vergl. *Aſtronomie*, S. 59. — keinen unbedingten Glauben verdienen) das älteſte Volk, welches aſtronomiſch

„Beiträge zur Kenntniß der himmliſchen Körper“. Weimar. 1841. gr. 4. S. 3 flgd.) nicht unbedingt theilt. Freilich bezieht ſich Mädler aber, wie auch wieder hervorgehoben werden muß, dabei lediglich auf die, vermittelſt der Libration, zu ſeiner Wahrnehmung gekommenen *Randſtreifen*, und ſeine Schlüſſe erleiden dadurch willkürlich eine Einſchränkung.

* Ich bevorworte nochmals, daß hier *nur*, und *nur ſoweit* von einer bloßen *Aehnlichkeit* der lunariſchen und terreſtriſchen Vorgänge die Rede ſeyn kann, als ſie bei der übrigen allgemeinen Verſchiedenheit der verſchiedenen Geſtirne admittirt werden darf.

** Was ich oben, mit Verweiſung hierher, über den Mangel aller Bemerkbarkeit von „Durchſpülungs“-ſpuren an den *Gebirgsthälern des Mondes*, im Gegenſatze derer der Erde, angeführt habe, ſcheint für dieſe „ſelenogoniſche“ *Hypotheſe* — denn für etwas Weiteres gebe ich die Anſicht, wie geſagt, wieder nicht — gleichwohl faſt entſcheidend zu ſprechen.

† Ich behalte deren Vervollſtändigung dem ſpeciellen Art. „*Mondungleichheiten*“ vor, in welchem ſich auch das darauf bezügliche Hiſtoriſche, nach Einſicht von der Sache ſelbſt, erſt beſſer beurtheilen läßt.

brauchbare Beobachtungen dieſes Geſtirns angeſtellt hat; jedoch läßt ſich darüber nichts recht Zuverläßiges mehr anführen, da bekanntlich im Jahre 213 vor Chriſtus auf Befehl des Chineſiſchen Kaiſers Schi Hoangti, alle Chineſiſchen Bücher verbrannt wurden, wodurch die Wiſſenſchaften einen ſolchen Verfall erlitten, daß wir namentlich die Chineſiſche Aſtronomie erſt mehrere Jahrhunderte nach Chriſtus wieder in einem gewiſſen Glanze erblicken*. Nach einigen Schriftſtellern war indeß ſelbſt das Jahr der Chineſen ſchon früher ein Mondenjahr (eine, vergl. Jahr, S. 800., Periode von 12 ſynodiſchen Monaten, d. h. alſo von $12 . 29\frac{1}{2} = 354$=, ſtatt unſerer resp. 365 und 366, Tagen), welches ſie durch Bezug auf den ihnen alſo auch bereits bekannten, 19jährigen Mond=Cykel (ſ. Cykel, sub initio) mit den Sonnenjahren (von welchen 19 danach ſehr nahe 235 ſolchen ſynodiſchen Monaten gleich ſind) in Uebereinſtimmung erhielten**.

Genauere Kenntniſſe vom Monde, namentlich von den Geſetzen ſeiner Bewegung, treffen wir bei den Chaldäern; und Geminus, der von mir ſchon mehrfach citirte aſtronomiſche Schriftſteller, welcher um 70 vor Chriſtus auf der Inſel Rhodus lebte, und deſſen „Einleitung in die Aſtronomie“ auf uns gekommen iſt, belehrt uns, daß dieſem Volke eine (nicht mit der eben angeführten 19jährigen zu verwechſelnde) Periode (Saros) von $6585\frac{1}{3}$ (223 . 29 T. 12^h 44′) Tagen bekannt war, binnen welcher 223 ſynodiſche= ***, 239 (vergl. vorn) anomaliſtiſche=, und 241 Drachen=Monate ablaufen. Auſſerdem ſagt Diodor (Historiar. II. 31.) ausdrücklich, daß die Chaldäer „den Mond als das der Erde nächſte, von der Sonne beleuchtete und alſo nur mit erborgtem Lichte glänzende Geſtirn gekannt, und daß ſie ſeine Finſterniſſe vom Eintritte in den Erdſchatten abgeleitet haben.“

Von der Aſtronomie der Aegypter wiſſen wir wenig: die Prieſter dieſes Volkes, in deren Händen ſich die Wiſſenſchaft befand, ſcheinen ſehr geheimnißvoll damit gethan zu haben; indeß war ihnen, wie wieder Mädler anführt, hinſichtlich des Mondlaufes bekannt, daß 309 ſynodiſche Monate 25 ihrer Jahre (von — vergl. Jahr, S. 797. — und ausnamentlich nur 365 Tagen) gleich ſeyen*.

Der uralte Ruf der Inder erregt die Vermuthung, daß auch die Aſtronomie bei ihnen ſchon ſehr früh auf einer hohen Stufe der Vollkommenheit geſtanden habe; und in der That verrathen ihre Tafeln des Mondes, als des uns hier beſchäftigenden beſondern aſtronomiſchen Gegenſtandes, eine genaue Kenntniß der Bewegungen dieſes Geſtirns. Allein Laplace: „Exposition du Système du Monde.“ 4te Aufl. II. 309. thut im Widerſpruche mit Bailly's dießfallſigen Anführungen (vergl. d. A. Aſtronomie, S. 66.) dar, daß jene Tafeln wenigſtens nicht einer ſo frühen Epoche angehören, ſondern, mit wahrſcheinlicher Benutzung der ſchon vorauf angeführten Entdeckungen, erſt ſpäter angefertiget ſind.

Ich komme jetzt zu den Griechen, welche in der Aſtronomie Schüler der Chaldäer und Aegypter waren, in der

* Ich thue deßhalb auch im Art. Finſterniſſe, S. 535. Chineſiſcher Bemühungen um die Mondtheorie erſt aus dem 5ten Jahrhunderte nach Chriſtus Erwähnung

** Ich darf, im Widerſpruche mit Mädler, welcher die obige Behauptung aufſtellt, nicht unerwähnt laſſen, daß Lalande „Astronomie“. §. 403. dagegen ausdrücklich ſagt, „que les Chinois ont connu *l'année* de $365\frac{1}{4}$ jours, et que *de tout temps* ils ont compté des *années solaires* d'un solstice d'hiver au suivait“.

*** Die 19jährige ($6939\frac{3}{4}$ tägige) Periode des Meton, welche gerade 235 ſynodiſche (zu 29 Tagen 12^h 44′) Monate umfaßt, führt (vergl. Cykel) die Neumonde auf die nämlichen Jahrestage zurück, und diente alſo zur Kalender=Beſtimmung dieſer Neumondstage.

Der Chaldäiſche Saros der $6585\frac{1}{3}$ Tage dagegen, über welchen auch ein eigener Artikel handelt, bezieht ſich auf die Rückkehr der Finſterniſſe (ſ. d. A. S. 535.), und erfüllte alſo, wie geſagt, ganz andere Zwecke.

* 309 . 29 T. 12^h 44′ = 25 . 365.

uns vorliegenden Theorie des Mondes vor Meton aber wenig geleiſtet zu haben ſcheinen. Letzterer Aſtronom, aus Leukonea bei Athen, gab im Jahre 432 vor Chriſtus diejenige eben erwähnte (die nach ihm benannte „Meton'ſche") Periode an, über welche ich, wie geſagt, im Art. Cyklus ausführlich handle, und wodurch er eine ſehr nahe Vereinbarung des (Julianiſchen) Sonnenjahres von 365 Tagen 6 Stunden mit dem ſynodiſchen Monate von 29 Tagen 12^h 44′ bewirkte, indem er darthat, daß ſowohl 19 jener Jahre, als 235 dieſer Monate mit dem (19 . 365 Tage 6 Stunden = 235 . 29 Tage 12^h 44′ =) 6940 ten Tage ablaufen, ſo daß, wenn z. B. einmal an einem (unſere* Bezeichnung zu gebrauchen) 1ten Januar irgend eines Jahres Neumond geweſen iſt, nach 19 Jahren (6940 vollen Tagen), am 1ſten Januar des 20ten Jahres, als dem 6941ten Tage, wieder ein Neumond fällt, wonach ſich alſo die Neumonde nun ferner mit abwechſelnden 29 und 30 vollen Tagen (und einem, wegen der überſchießenden 44′, von Zeit zu Zeit einzuführenden Monat-Schalttage) für immer anſetzen ließen. Da hierbei jedoch, wie man ſieht, nur von einer beſtimmten Zahl „voller Tage" die Rede war, und ſich die vernachläßigten kleineren Zeittheile auch bald zu einem ſolchen vollen Tage zuſammenhäuften, dergeſtalt, daß das beabſichtigte Zuſammentreffen der Neumonde mit den nämlichen Jahrestagen nicht mehr genau Statt fand; ſo ſetzte der ſpätere Griechiſche Aſtronom Calippus ſchon nach einem Jahrhunderte (330 vor Chriſtus) eine andere (die Calippiſche) Periode (von 4.19, alſo) von 76 Jahren an die Stelle der Meton'ſchen, indem er nämlich zugleich den letzten 30 tägigen Monat derſelben in einen 29 tägigen verwandelte (1 Tag wegwarf); und dieſen 76 Jahren alſo, ſtatt der 4 . 6940 Tage, welche Meton's Annahme gemäß, darauf gekommen wären, nur 4.6940 weniger 1 Tag gab. Dieſer neuen „Calippiſchen Periode" gemäß, wurden demnach: (4.19 =) 76 Sonnenjahre = (4.der obigen 235 =) 940 ſynod. Monate = (4.[6940] − 1) = 27759 vollen Tagen geſetzt.

Die ſchärfſten Ermittlungen der heutigen Aſtronomie geben die Dauer des tropiſchen Jahres (vergl. Jahr, S. 799) = 365 T. 5^h 48′ 51″, des ſynodiſchen Monates := 29 T. 12^h 44′ 3″, welches für jene 76 ſolcher Jahre 27758 T. 9^h 42′, und für die 940 ſynodiſchen Monate 27758 T. 18^h 6′ austrägt. Die Zeit, um welche der Neumond am Ende dieſer Periode zu früh kam (der dießfallſige Fehler der Periode; denn wenn ihre Annahme voller Tage ganz genau geweſen wäre, ſo hätte der Neumond erſt zu Schluſſe der 24 Stunden jenes 27759., d. h. mit Eintritte des 27760ten, als Anfangstages einer neuen 76 jährigen Periode kommen ſollen), betrug demnach nicht mehr als (24^h − 18^h 6′ =) 5^h 54′, und ſtieg ſolchergeſtalt allererſt nach (4.76 =) 304 Jahren auf (4. 5^h 54′ = nahe) 1 vollen Tag, um den der Neumond dann vor dem zugehörigen Jahrestage des, auf dieſe Periode begründeten, damaligen (wenn ich ſo ſagen darf) „Kalenders" eintraf. — Man ſieht hieraus, welche Genauigkeit dieſe Calippiſche Periode hinſichtlich des Mondlaufes, worauf ich mich hier zu beſchränken habe, gewährte, obwohl ſie an vollkommner aſtronomiſcher Strenge doch noch dem eben erwähnten Chaldäiſchen „Saros" nachſteht, welcher aber, angeführtermaßen, freilich wieder nicht den Zweck der bürgerlichen Geſellſchaft, die den Ausdruck in „vollen" Tagen* verlangt, erfüllte.

* Die alten Griechiſchen Aſtronomen hatten nämlich nicht ſowohl dieſen Tag, als den genauen Termin ihrer Olympiſchen Spiele vor Augen, worauf ich hier nicht weiter eingehe.

* Damit man eine ſolche vollkommne Vereinigung der Umlaufszeiten zweier Geſtirne, wie hier alſo namentlich der Sonne (Erde) und des Mondes, zu ganzen Tagen ausführen könnte, müßten, wie nun leicht einzuſehen iſt, dieſe Zeiten unter ſich und zugleich mit Erdentagen commenſurabel in aller Strenge ſeyn, welches Zuſammentreffen von Bedingungen wohl überhaupt ſelten vorkommen dürfte.

Als der ausgezeichnetſte Aſtronom des Griechiſchen Alterthums darf aber Hipparch von Nicäa (2tes Jahrhundert vor Chriſtus) betrachtet werden; und unſere Mondtheorie namentlich verdankt ihm die Beſtimmung der Excentricität der Mondbahn, der Neigung dieſer Bahn gegen die Ebene der Ekliptik, die Entdeckung der Parallaxe dieſes Geſtirns u. ſ. w. u. ſ. w.* — Arbeiten, welche dieſem ausgezeichneten Manne die aſtronomiſche Unſterblichkeit ſichern.

Von ihm komme ich, da über die Bemühungen der Römer um die Aſtronomie, mit Ausnahme der Julianiſchen Reform des Kalenders (vergl. d. Art. S. 838.), wenig zu ſagen iſt, ſogleich zum Alexandriner Ptolemäus (2tes Jahrhundert nach Chriſtus), welcher die Mondtheorie in dem Puncte wieder aufnahm, wo ſie ſein großer Vorgänger Hipparch gelaſſen hatte, und ſie beſonders durch die Entdeckung der Evection, einer der bedeutenderen Mondungleichheiten, welche ich ſogleich in dieſem Collectiv-Artikel betrachten werde, bereicherte. Sein berühmtes aſtronomiſches Werk, deſſen ich eben unter dem Namen „Almageſt“ erwähnt habe, iſt unter demſelben von den Arabern überſetzt und ganz auf uns gekommen (meine Leſer werden die Anführung der deutſchen Ueberſetzung von unſerm Bode: „Ptolemäus Beobachtung und Beſchreibung der Geſtirne“. Berlin. 1795. 8. hier wohl am liebſten finden).

Die Meinungen der Griechiſchen Philoſophen über die Natur-Beſchaffenheit und beſonders über die Bewohntheit des Mondes, habe ich ſchon vorn beibringen müſſen; und es bleibt mir daher von Griechiſcher Anſicht dieſes Geſtirns weiter Nichts anzuführen, da Ptolemäus nächſte Nachfolger Erhebliches dafür nicht mehr geleiſtet haben, und alsdann der lange Zeitraum eintrat, binnen welchem, ſo wie für die Wiſſenſchaften überhaupt, namentlich für die Aſtronomie wenig geſchehen iſt. Erſt im 8ten Jahrhunderte finden wir die Araber, bei der angeführten Benützung der Ptolemäiſchen Arbeit, wieder mit Berechnung von Mond- und Sonnenfinſterniſſen beſchäftiget; dieſes Volk conſervirte wenigſtens den Schatz alten aſtronomiſchen Wiſſens, und überlieferte denſelben treulich der Epoche des neueren Europa, in welcher wir (letzte Hälfte des 17ten Jahrhunders) ſogleich Tycho de Brahe, auch in unſerm Bezuge der Vervollkommnung der Theorie des Mondes, beſchäftiget finden, von deſſen Ungleichheiten Er die Variation (vergl. namentlich den beſondern Art.) entdeckte. An Tycho reihet ſich als Mondbeobachter der oben ausführlich geſchilderte, fleißige Danziger Aſtronom Hevel, und an dieſen wieder Dominic Caſſini, deſſen „Mondgeſetz“ gleichfalls ſchon oben angeführt iſt. Inzwiſchen trat aber auch Newton mit ſeiner zunächſt aus der Mondbewegung abgeleiteten Theorie der Gravitation (vergl. d. A. S. 688. flgd.) hervor; und der uns nicht weniger ſchon bekannte vortreffliche Deutſche Aſtronom Tobias Mayer (biographiſche Notizen über ihn vorn, S. 26.) bildete dieſe Theorie in ſpeciellem Be-

Man findet ſich alſo für den praktiſchen Gebrauch gezwungen, nur eine ſolche Periode zu wählen, die der Wahrheit am nächſten kömmt, wie man z. B. in ähnlicher Weiſe die genaue Dauer des Sonnenjahres von den obigen 365 Tagen 5^{h} 48′ 51″ dadurch fortwährend auf einen Ausdruck in „ganzen Tagen“ bringt und dabei erhält, daß man 3 gemeinen Jahren 1 Schaltjahr von 366 ſolchen Tagen folgen läßt, von 4 Säcularjahren aber hinwiederum 3 zu gemeinen macht, wobei nur ein Fehler übrig bleibt, welcher ſich (vergl. Kalender, S. 845.) allererſt nach Jahrtauſenden zu Einem „ganzen Tage“ anhäuft. — Dieſe Anführung wird den Gegenſtand aber, und darum bringe ich ſie bei, noch unter einem andern Geſichtspuncte erläutern helfen.

* Das Detail dieſer, gleich der früher angeführten Ermittlungen der vor-Chriſtlich-Griechiſchen Aſtronomie beſonders beim Geminus (ſ. oben): „Isagoge in Phaenomena s. Elementa astron. in Patavii Uranalogio“. Paris. 1600. Fol.; das Spätere im „Almageſt“, deſſen ich gleich erwähne. — Die Leſer könnten ſonſt auch fragen, wie die Kenntniß von dieſen Ermittlungen auf uns gekommen ſey?

zuge auf den Mond, und unter demjenigen praktiſchen Bezuge, darüber ſich d. A. Länge zur See verbreitet, noch weiter aus. Die theoretiſche Richtung des Problems verfolgten dagegen Euler, d'Alembert, Lagrange, Laplace, indeß zugleich Schröter zu Lilienthal, lauter uns bereits hinlänglich bekannte Namen, in Hevel's, des eben genannten Beobachters, Fußſtapfen tretend, unſerer phyſiſchen Kenntniß vom Monde eine Menge neuer Entdeckungen hinzufügte, bis endlich der, im Laufe dieſes Artikels ſo viel erwähnte Mondtopograph per excellentiam Mädler* diejenigen großen Mondwerke erſcheinen ließ, deren ausführliche Angabe ich mir ſchon vorn für den literariſchen Theil, dieſer Mondbetrachtung, zu welchem ich nun komme, vorbehalten habe.

Das Hauptwerk darunter (auf die kurz vorher erſchienene große Mondkarte — „Mappa Selenographica" — führt mich der beſondere Artikel) iſt aber die „Allgemeine vergleichende Selenographie. Mit beſonderer Beziehung auf die vom Verfaſſer herausgegebene Mappa Selenographia". Berlin, Schropp. 1837. gr. 4. — wohl die vollendeſte planetariſche Monographie, welche die geſammte aſtronomiſche Literatur aufzuweiſen hat.

* Mädler, Joh. Heinr., über welchen einige biographiſche Notizen hier an der beſten Stelle ſeyn werden, iſt geboren 1794 zu Berlin, wo er zuerſt als Privatgelehrter lebte und an der Sternwarte des Geh. Commercien-Rathes Wilhelm Beer wirkſam war. Die Frucht ſeiner unendlichen dortigen Bemühungen ſind eben diejenigen großen Mondwerke, deren ich im Texte ſpecielle Erwähnung thue; und dieſe unvergleichlichen Arbeiten verſchafften Ihm den Ruf als Director der Sternwarte zu Dorpat, der Er jetzt vorſteht, und in welcher Eigenſchaft Er zum Kaiſerlich Ruſſiſchen Hofrathe, Ritter des Annen-Ordens u. ſ. w. ernannt worden iſt. — Ich erwähne dieſen wackren Mann nur mit herzlichem Danke für den Nutzen, welchen mir ſeine Schriften gewährt haben, und verbinde mit dieſer Erwähnung den Wunſch, daß Er der Wiſſenſchaft noch lange erhalten werden möge!

Daran reihet ſich als ein, obwohl hier und da auch noch vielfach bereicherter Auszug, die „Kurzgefaßte Beſchreibung des Mondes". Eben daſelbſt. 1839. gr. 8. Auſſerdem aber enthalten Mädler's ebenfalls ſchon voran erwähnte „Beiträge zur phyſiſchen Kenntniß der Himmelskörper des Sonnenſyſtems". Weimar. 1841. gr. 4. mehrere gleich ausgezeichnete Arbeiten über Mondtopographie. Und endlich verdient der, der Mondbeſchreibung gewidmete Abſchnitt der „Populäre Aſtronomie" unſeres Mädler (2te Aufl. Berlin, Heymann. 1846. gr. 8. noch unvollendet) die dankbarſte Anerkennung.

Von älteren Mondwerken hiernächſt habe ich Kepler's „Somnium de astronomia lunari", und Hevel's „Selenographia" (Gedani. 1647. Fol.) ſchon oben mit gebührender Achtung erwähnt, auch die kleinere Schrift deſſelben Verfaſſers „De motu Lunae libratorio" bereits namhaft gemacht. Des uns mehrfach (beſonders aus B. 1. S. 77.) bekannten Lilienthaler Aſtronomen Schröter ſorgfältige Mondbeobachtungen ſind vereiniget in deſſelben „Selenographiſche Fragmente". Lilienthal und Göttingen. 1791 und 1802. 2 B. 4. Noch andere in dieſen literariſchen ſowohl als den vorangehenden hiſtoriſchen Theil einſchlagende Notizen (namentlich wegen Riccioli's Mondarbeiten) finden ſich in den unmittelbar folgenden Vorträgen über Mondkarten und Mondungleichheiten; auch kann man die ſchon citirten beſondern Abſchnitte Mondphaſen und Atmoſphäre des Mondes, gleichwie, wegen des Mond-Einfluſſes, Ebbe und Fluth, und, in Bezug der oft aufgeworfenen Fragen nach den Gründen der ſcheinbaren mehreren Größe des Mondes im Horizonte, und des dahin gehörigen Unterſchiedes ſeiner horizontalen und zenithalen Entfernung, die Abhandlung über Geſichtsbetrüge, S. 612. conſultiren*, mit welchen Nach-

* Wegen des prätendirten Witterungs- (und Geſundheits-) Einfluſſes des Mondes, um auch dieß noch zu bevorworten, habe ich mich ebenfalls im Laufe d. Art. ſelbſt geäußert, und füge darüber abſichtlich Nichts weiter hinzu.

weiſungen ich denn endlich dieſen wichtigen und verhältnißmäßig langen Artikel beſchließe, indem ich nur noch den Wunſch hinzufüge, keinen meiner Leſer dabei unbefriediget gelaſſen zu haben, wozu wenigſtens meinerſeits an den fleißigſten und gewiſſenhafteſten Bemühungen Nichts geſpart worden iſt.

Mond=Cykel, ſ. **Cyklus** gleich Eingangs.

Monde der (übrigen) **Planeten, Nebenplaneten.**

Monden=Jahr, ſ. **Jahr,** S. 800.

Mondfinſterniſſe, ſ. **Finſterniſſe,** S. 461. flgd.

Mondgleichung bei der cykliſchen Rechnung, ſ. Epakten, S. 321.

Mondkarten; Tabulae (Mappae) selenographicae; *Cartes sélénographiques.* Abbildungen der Mondſcheibe, d. h. der uns (vergl. Mond, S. 153) ſtets zugewendeten, und uns daher allein ſichtbaren Mondhalbkugel, wie uns dieſe Halbkugel aus der Mond=Entfernung ſchon zu einer Scheibe abgeplattet erſcheint; demgemäß eine ſolche „Mondkarte“ alſo, wie ich vorläufig gleich hervorhebe, eine (vergl. Landkarte, S. 34.) „orthographiſche Projection“ der ſichtbaren Mondhalbkugel abgibt, auf welchen Umſtand ich unten, bei Beſchreibung der dem gegenwärtigen Artikel hinzugefügten „Mondkarte“ ausführlicher zurückkomme.

Die Ehre der erſten Mondkarte gehört unzweifelhaft Galilei, welcher eine ſolche, bald nach Erfindung der Fernröhre (vergl. d. A. S. 435.), in ſeinem „Nuncius sidereus“ erſcheinen ließ. Hevel, der uns aus dem vorangehenden Vortrage ausführlich bekannte fleißige Danziger Mondbeobachter, ſodann beſchäftigte ſich von 1639 an, 8 Jahre lang mit der Zeichnung ſolcher Karten, und gab dieſelben, ſowohl für das volle Licht als für die Phaſen, 1647 mit ſeiner ebenfalls l. c. näher bezeichneten „Selenographia“ heraus. Zu gleicher Zeit hatte ſich auch Grimaldi (Jeſuit, Lehrer der Mathematik zu Bologna, † 1663) Abbildungen der Mondflecke gemacht, woraus Riccioli (vergl. B. 1. S. 343.) die, mit Verweiſung hierher, ſchon zu Schluſſe des vorangehenden A. Mond erwähnte, ſeinem „Almag. nov“. Bonon. 1651. Fol. beigefügte „Mondkarte“ bildete, auf welcher Er den Bergen die Namen berühmter Aſtronomen und Phyſiker, den dunklen Flecken („Maren“, vergl. Mond) aber ganz willkührliche Benennungen: „Mare Imbrium“, „Mare Vaporum“ u. ſ. w. beigelegt hat. Indeß iſt dieſe wunderliche Nomenclatur (nach Art der, nicht minder wunderlichen Benennung der Sternbilder) durch die Zeit einmal geheiliget und noch jetzt im Gebrauche: die Namen der Berge, Maren u. ſ. w., welche die Leſer auf unſerer Mondkarte antreffen, ſind, mit bloßer Ausnahme einiger neueren Hinzufügungen, ſämmtlich die von Riccioli eingeführten*.

Mit dieſen Arbeiten begnügte man ſich damals, bis unſer viel erwähnter, großer Deutſche Aſtronom Tobias Mayer, um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, darauf aufmerkſam machte, daß der neuere Zuſtand der Sternkunde auch vollkommnere Mondkarten nothwendig mache. Die Rotation des Mondes (vergl. d. A. S. 151.) gibt ihm die Rotationspole, und einen (Mond=) Aequator mit ſeinen Parallelen, gleichwie die Meridiane, welche ſämmtliche Kreiſe ſich, von der Erde aus geſehen, wie ich oben ſage, „orthographiſch“ auf eine durch den Mittelpunct des Geſtirns gehende Ebene (die ſcheinbare Mondſcheibe) projiciren (Rückſichten, die Mayer's Vorgänger noch nicht genommen hatten), ſo daß die Flecke (und anderen Mondgebilde), nach ihren reſpectiven Abſtänden davon, auf einer Karte verzeichnet werden konnten, wozu Mayer** auch Vorar-

* Auf Hevel's Karten findet man dagegen ganz andere Namen, welche aber nicht im Gebrauche geblieben ſind, und wodurch man ſich alſo nicht irre machen laſſen muß. Doppelmayr (Prof. d. Mathem. a. Gymnaſ. zu Nürnberg, † 1750.) hat in ſeinem „Atlas coelestis“. Norimb. 1751. Fol. Hevel's und Riccioli's Karten, mit jenen reſpectiven Namen neben einander geſtellt.

** Seine eigentliche Abſicht ging aber noch

beiten hinterlaſſen hat, welche (vergl. d. Anmerk.) ſodann von dem Kupferſtecher Kaltenhofer zum wirklichen Stiche und zur Herausgabe einer ſolchen Generalkarte vom Monde mit jenen Kreiſen und der alſo nach der Lage gegen dieſelben beſtimmten Bergen, Maren u. ſ. w. des Geſtirns benützt worden ſind.

Auch Lambert (wir kennen dieſen tiefſinnigen, 1777 zu Berlin verſtorbenen Deutſchen Mathematiker namentlich ſchon aus d. A. Kometen, S. 923.) hat in den „Berliner Ephemeriden“ für 1776 eine „Mondkarte“ nach dieſen Principien erſcheinen laſſen; und von einer früheren, in Deutſchland aber kaum bekannt gewordenen ſolchen Arbeit des viel erwähnten Franzöſiſchen Aſtronomen Dominic Caſſini iſt 1787 durch unſern Lalande eine neue Ausgabe beſorgt worden. Der Lilienthaler Aſtronom Schröter dagegen begnügte ſich mit Specialkarten einzelner Mondlandſchaften, welche man in ſeinen kurz vorauf angeführten „Selenotopographiſchen Fragmenten“ findet; und hieran reihet ſich, der Zeit nach, die vortreffliche, aber leider unvollendet gebliebene „Mondkarte“

weiter: Er wollte („Bericht von den Mondkugeln“. Nürnb. 1750. 4.) nach dieſem orthographiſchen Entwurfe, dem, l. c. entwickelten (umgekehrten) Verfahren der „orthographiſchen Projection“ gemäß, einen wirklichen, die Mondgebilde alſo nach ihrer ſelenographiſchen Länge und Breite darſtellenden Mondglobus conſtruiren, womit Er aber nicht mehr zu Stande gekommen iſt. Letztere Aufgabe hat nachher, ſoviel ich weiß, zuerſt und bis jetzt allein die Hofräthin Witte zu Hannover, die Schwiegermutter unſeres Mädler, gelöst: ihr ungemein ſauber gearbeiteter „Mondglobus“ iſt in Berlin ſehr bewundert worden. — Nach Mayer's Vorarbeiten dagegen hat der Kupferſtecher Kaltenhofer eine ſchöne „Mondkarte“ geſtochen, von welcher ich in meinen Sammlungen einen ſpäteren, recht hübſchen Nachſtich finde. Mädler's neueſte, unvergleichliche Arbeit, auf welche ich nun oben komme, hat dieſen mühſamen Mayer'ſchen Entwurf jetzt aber freilich gänzlich verdrängt.

des Dresdener Geodäten Lohrmann („Topographie der ſichtbaren Mondoberfläche“. Dresden. 1824. 4.). Da dieſes ſchöne Unternehmen jedoch, wie geſagt, in ſeinem Fortgange unterbrochen worden iſt (von den 25 Sectionen, auf welche dieſe Karte berechnet war, ſind nie mehr als 4 wirklich erſchienen); ſo entſchloß ſich denn endlich Mädler ſelbſt, die Hand an das Werk zu legen, indem Er von 1834 bis 1836 ſeine „*Mappa selenographica*“ in 4 großen Blättern (Quadranten) bei Schropp in Berlin (verkleinert, in Einem Blatte im folgenden Jahre und im nämlichen Verlage) herausgab, welche alles in dieſem Fache bis dahin Geleiſtete weit übertrifft.

Die Fixpuncte dieſer ganz ausgezeichneten Darſtellung der uns (bei „mittlerer Libration“, wie ich den Begriff im vorangehenden Art. Mond, S. 158. erklärt habe, d. h. alſo in der mittleren Lage des Geſtirns) zu Geſicht kommenden Mondhalbkugel ſind nach Encke's (des Berliner Aſtronomen) Theorie*, die Berghöhen aber nach dem, wieder im Art. Mond, S. 163., mit Verweiſung hierher erklärten Olbers'ſchen Verfahren beſtimmt worden; — und nach dieſer Karte nun, unter Mitbenützung des ſpäteren, eben erwähnten verkleinerten, aber nicht unbereichert gebliebenen Blattes, iſt diejenige „Mondkarte“ gezeichnet, welche ich meinen Leſern in Tafel VII. dieſes zweiten Bandes des Wrtrbchs. vorlege. Nur iſt auf ihr, wie ich zuerſt hervorhebe, die freie Anſicht wieder hergeſtellt (die teleſkopiſche Umkehrung beſeitiget): wenn die Leſer auf Mädler's teleſkopiſch entworfenen Mondkarten, z. B. den Südpol oben, den Nordpol unten finden, ſo iſt Dieß auf meiner Karte dagegen gerade umgekehrt: ſie zeigt Ihnen den Mond, wie Sie ihn mit bloßem Auge (alſo nicht, wie Sie ihn durch das umkehrende aſtronomiſche Fernrohr) am Himmel wirklich erblicken: das

* Ihre Entwicklung überſchreitet die mir geſteckten Grenzen; Leſer, welche danach verlangen, verweiſe ich wohl am beſten auf Lohrmann's eben im Texte angeführtes Werk, §. 22 flgd.

Ringgebirge Gioja, zu einem andern Beiſpiele, welches Sie auf Mädler's kleiner Karte unter Nr. 68 ganz unten antreffen, ſteht bei mir unter Nr. 1 ganz oben (dicht unter „Nordpol“, in dem mit 1 belegten Quadranten, welchem die Namen in der correſpondirenden, auch mit 1 gezeichneten Columne zur Seite gehen) — u. ſ. w.

Sonſt aber iſt unſere Karte ſodann ferner, ganz nach Art der angeführten (kleineren) Mädler'ſchen, der Natur der Mondkugel-Erſcheinung als Scheibe (der Verflachung, Verplattung der Halbkugel zu einer ſolchen Scheibe) gemäß, und wie ich dieß darum Eingangs, mit Verweiſung hierher, ſo ſorgfältig bevorwortet habe, eine „orthographiſche Projection“, deren, auf den vorliegenden Fall angewendeten Regeln (vergl. d. ſchon oben citirten Art. Landkarte, S. 34. sqq.) zufolge ſich der Aequator mit ſeinen Parallelen, und der erſte (der mittlere) Meridian als gerade Linien darſtellen, wogegen die übrigen Meridiane, wie der Anblick der Karte ſelbſt ebenfalls zeigt, zu Ellipſen werden. Vom Aequator (°) nach beiden Polen hin zählen 90 Breiten-, und vom mittleren Meridian zu beiden Seiten 90 Längen-Grade; wegen der abſoluten (in Meilen ausgedrückten) Größe dieſer Grade und der ganzen dargeſtellten Halbkugel des Mondes verweiſe ich aber nochmals auf den letzteren Art. S. 156. Noch iſt endlich zu berückſichtigen, daß, wieder der Natur der „orthographiſchen Projection“ (der Verflachung der Mondhalbkugel zur Scheibe) gemäß (gleichwie in der Wirklichkeit, auch im Bilde) auf der Karte nur die Mittel-Landſchaften im eigentlichen unverkürzten Verhältniſſe erſcheinen (wie ſie ein auf der Mondkugel ſelbſt befindlicher Beobachter wahrnehmen würde), wogegen die Randlandſchaften natürlich eine zuſammengedrängtere Geſtalt annehmen. — Weiteres hierüber habe ich, da, wie geſagt, die unmittelbare Vergleichung meiner Karte die beſte Belehrung gewährt, nicht hinzuzufügen, und darf daher d. A. „Mondkarten“ hiermit beſchließen.

Mondphaſen, Mondsgeſtalten, Mondsbrüche, Lichtabwechſelungen des Mondes; Phases s. Apparitiones Lunae; *Phases de la Lune.* Die verſchiedenen Geſtalten, unter denen wir den hellen Theil der Mondſcheibe erblicken. Die Reihe dieſer Abwechslungen fällt ſchon dem flüchtigſten Beobachter des Himmels in die Augen, wird insgemein mit dem Namen des Mondwechſels belegt, und hat ihren einfachen Grund darin, daß uns der Mond ſeine von der Sonne beleuchtete, in ſeiner Entfernung aber nur noch als Scheibe erſcheinende Halbkugel bald ganz, bald nur theilweis zuwendet, oder dieſelbe auch dergeſtalt gegen die Sonne ſelbſt kehrt, daß wir nur ſeine dunkle Hälfte vor uns haben.

Tafel VIII. Fig. 1. ſtehe in S die Sonne, in T die Erde, um welche der Mond in der Bahn, abcd, von Abend gegen Morgen, läuft. Iſt derſelbe dabei in a, alſo zwiſchen Sonne und Erde, ſo wendet er, wie man ſieht, ſeine dunkle Halbkugel, angeführtermaßen, völlig gegen uns*, und wir ſehen ihn demgemäß gar nicht: dieß heißt Neumond (Novilunium; *Nouvelle Lune*). Entfernt er ſich weiter von der Sonne gegen Morgen, ſo wird er in dieſer Stellung, in welcher er anfängt, uns einen Theil ſeiner hellen Seite zu zeigen, Abends bald nach Sonnenuntergange ſichtbar; am 4ten Tage nach dem Neumonde, an welchem Tage ſein Abſtand von der Sonne auf 45° anwächſt, erſcheint er ſichelförmig (falcata; le *croissant;* oder iſt

* In der Figur findet ſich der Mond dabei mit Sonne und Erde in der nämlichen Ebene (des Papiers); in der Wirklichkeit iſt dieß, wie man ſich erinnert, ſtreng nur in den Knoten der Fall, ohne daß jedoch die Erſcheinung des „Neumondes“ für uns dadurch beeinträchtiget würde. Auch habe ich in dieſer Figur, welche, als Querſchnitt der Mondkugel, nicht anders ausfallen konnte, die eigentliche Geſtalt z. B. der „Sichel“ (vergl. unten) noch durch beſondere Beizeichnung hervorzuheben geſucht; — man darf nicht vergeſſen, daß man in der That nicht ſowohl die Kugel ſelbſt, ſondern nur deren „Scheiben“-Projection wahrnimmt.

dann vielmehr „dans son *premier octant*“, indem er als ganz ſchmale „Sichel“ ſchon früher erblickt wird), und nimmt nun immer mehr an Licht zu. Am 8ten Tage ſteht er 90° von ihr ab in b, und kehrt uns (vergl. unten) genau die Hälfte ſeiner erleuchteten Seite zu (erſcheint dem Beobachter jetzt an der rechten, der weſtlichen, gegen die Sonne gewendeten Seite erleuchtet; folgt der untergehenden Sonne mit ihr zugekehrter heller Hälfte), welches wir das erſte Viertel (Quadratura prima; *Premier quartier*) nennen *. Die Erleuchtung des Mondes vergrößert ſich jetzt noch ferner, ſeine Geſtalt wird oval ** (Luna gibba; *Lune ovale*, wenn man nicht den allgemeinen Ausdruck „le croissant“ wieder anwenden will), und er gelangt zwiſchen dem 11ten und 12ten Tage in eine Entfernung von (90 + 45 =) 135° von der Sonne („est dans son *second octant*“ ***); wonächſt er ſich endlich am 15ten Tage, bei 180°, ihr gerade gegenüber in c zeigt, der Nachtſeite der Erde, als Vollmond (Plenilunium; *Pleine Lune*) ſeine ganze erleuchtete Halbkugel (ganze helle Scheibe) zuwendet, und kreisrund erſcheint; — zu dieſer Zeit geht er auf, wenn die Sonne untergeht, befindet ſich, jenem Stande gemäß, um Mitternacht im Meridian, und iſt alſo die ganze Nacht ſichtbar.

Der Zuſammenbegriff der bis hierher Statt findenden Phaſen heißt der zunehmende Mond (Luna crescens; allgemein *le Croissant*). Von nun aber nimmt das Licht des Mondes, je weiter er fortgeht (je näher er, in entgegengeſetzter Richtung, wieder zur Sonne rückt) ab, demgemäß die jetzt folgenden Phaſen den abnehmenden Mond (Luna decrescens; *Décours*) bilden: der Mond folgt der Sonne bei der Tagesbewegung des Himmels jetzt immer ſpäter (geht immer ſpäter auf), und erſcheint zugleich in kleinerer Lichtgeſtalt, bei (180 + 45 =) 225° zunächſt wieder oval. Sieben Tage nach dem Vollmonde kommt er nach d (wo er ſich von der Sonne oſtwärts um 270° entfernt, d. h. ihr weſtwärts wieder bis auf 90° genähert hat), iſt hier auf der linken Seite (die Leſer kehren ihm das Geſicht zu) genau halb erleuchtet und im letzten Viertel (Quadratura ultima; *Dernier quartier*). Hierauf wird er abermals ſichelförmig, und zeigt ſich Morgens vor dem Aufgange der Sonne, in ſtets kleiner werdender, gegen Oſten gekehrter Lichtgeſtalt, bis er nach dem 29ten Tage (nach Vollendung des ſynodiſchen Monates, ſ. letzteren Art. S. 141), wieder nach a zur Sonne kommt. — Die ganze Reihe dieſer Erſcheinungen, dieſes „Mondwechſels“ heißt auch eine Lunation (beſonderer Artikel); — Neumond und Vollmond haben den gemeinſchaftlichen Namen der Syzygien (ebenfalls beſonderer Artikel), gleichwie man für die Phaſe der Quadraturen, wegen der Theilung der Mondſcheibe in eine dunkle und helle Hälfte, auch das bekannte Griechiſche Wort Dichotomie gebraucht.

Genauer genommen als für die obige allgemeine Beſtimmung in nur einigen Hauptſtellen, richtet ſich die jedesmalige Größe des erleuchteten Mondtheiles nach dem Querſinus (Sinus versus) der Elongation, d. h. alſo nach dem Sinus versus des auf die Erde bezogenen Winkel- (Bahnbogen-) Abſtandes des

* Der Mondabſtand bT von der Erde kommt dabei gegen den Sonnen-Abſtand nicht in Betracht, demgemäß z. B. bS und TS (vergl. unten) als parallel angeſehen werden können. — Die gegen die Erde gewendete, als Scheibe erſcheinende Mondhalbkugel iſt dann aber zur Hälfte hell, und wir ſehen alſo, indem wir den dunklen Theil nicht wahrnehmen, von der ganzen Kugel wirklich nur ein „Viertel.“

** „oval,“ wenn auch nicht genau, indem der, zu unſerm Anblicke kommende lichte Theil der „Scheibe“ dann von einem Bogen des Mondumfangs-Kreiſes, und dem ſchief geſehenen, alſo als Ellipſe erſcheinenden Bogen des Erleuchtungsgrenzkreiſes umfaßt iſt. — Für die „Sichel“ gilt (vergl. Erleuchtungsgrenzkreis, S. 397.) Aehnliches.

*** Der 3te und 4te „Octant“ beziehen ſich eben ſo auf das letzte-, als der 1ſte und 2te auf das erſte Viertel; Andere Schriftſteller bezeichnen dieſe Octanten mit I, III, V, VII.

Mondes von der Sonne* (in unſerer Figur 1. der Tafel VIII. z. B. des Winkels a T b oder des Mondbahnbogens ab). Letzterer gegenſeitiger Abſtand ändert ſich täglich um beiläufig 12 Grad, und beträgt alſo z. B. 4 Tage nach dem Neumonde (4 . 12 =) 48°. Um nun dafür die Mondphaſe zu finden, nehme man, Figur 2. Tafel VIII. im Kreiſe ADBE, den Bogen AF = den 48°, ſo wird FG deſſen Sinus, AG der Querſinus; welcher letztere alſo die Breite des ſcheinbaren hellen Theiles angibt; und eine ſodann durch die drei Puncte D, G, E gelegte Ellipſe iſt die Grenze der Erleuchtung (Confinium lucis et umbrae; *la limite entre la lumière et l'ombre*), an welcher ſich der dunkle Theil vom hellen ſcheidet, demgemäß die geſuchte ſichelförmige Mondphaſe = AFDGEA wird, wogegen der übrige Theil DBEGD dunkel bleibt.

Für den Abſtand 90° (Quadratur, z. B. 1tes Viertel) wird der Bogen AD ein Quadrant, deſſen Querſinus AC der Halbmeſſer ſelbſt iſt; hier fallen alſo die Puncte D, C, E, in eine gerade Linie: die Erleuchtungsgrenze wird ein Durchmeſſer DE, und die Phaſe des Mondes iſt, wie ich wegen Betrachtung der Erſcheinung unter dieſem andern Geſichtspuncte ſchon oben bevorwortet habe, der Halbkreis DCEA. Auf die auch ſchon oben erwähnte „ovale" Phaſe, gleichwie auf den „Vollmond" komme ich aber, da das Angedeutete hinreicht, hier nicht weiter zurück.

Noch iſt nur zu bemerken, daß, wenn der Mond „ſichelähnlich" erſcheint, auch der dunkle Abſchnitt ſeiner Scheibe in einem blaſſen aſchfarbenen Lichte (lumière cendrée)* ſichtbar iſt, welches ſich um ſo lebhafter zeigt, je ſchmaler** die Sichel noch ausfällt. Dieſer blaſſe Schein rührt von dem Lichte her, welches die Sonne-beſchienene Erde der ihr zugewendeten, dann von der Sonne abgekehrten (alſo Nacht-) Halbkegel des Mondes reflectirend zuſendet (womit ſie, als gleichſam „Mond des Mondes", reciprocirend des letzteren Nächte beleuchtet***). Da die Erde den Mond (vgl. d. A. S. 156.) im Durchmeſſer $3^2/_3$ Mal übertrifft, und demgemäß dort in einer ($3^2/_3{}^2$ =) 14 Mal größeren Scheibengeſtalt, als der Mond bei uns erſcheint; ſo muß dieſe Beleuchtung des Mondes durch das Erdlicht auch verhältnißmäßig ſtärker ausfallen, wie man denn in derſelben, ſchon mit mäßigen Fernröhren, wirklich ſogar kleinere Mondflecke ziemlich deutlich erkennt. — Dieſes „lumen secundarium Lunae" war übrigens, wie ich ſchließlich hinzufüge, ſchon den Alten bekannt; aber ſie betrachteten daſſelbe als ein Erzeugniß des Mondes ſelbſt; — und erſt Möſtlin (Profeſſer d. Mathematik zu Heidelberg, † 1631.) gab, wie uns Kepler („Paralip. ad Vitellion".

* Da dieſe Erörterung eigentlich ſchon über den Plan meines Werkes hinaus geht, ſo überlaſſe ich die Entwerfung noch einer beſondern Figur dazu den Leſern ſelbſt; Sie müſſen, im Falle der Ausführung, nur die Mondſcheibe etwas größer zeichnen, und, wie ich deßwegen oben bevorworter habe, die vom Monde und von der Erde zur Sonne führenden Geraden als genau parallel nehmen: bei dem Entfernungs-Verhältniſſe iſt dieß, wie auch geſagt, ganz wohl zuläßig.

* Der lateiniſche Ausdruck dafür „lumen secundarium" bezeichnet dieſes Licht ſehr richtig als ein (vergl. oben) bloß „zweites" (reflectirtes) Erdlicht, im Gegenſatze der dem Monde unmittelbar zugehenden Sonnen-Beleuchtung.

** Bloß hiernach zu urtheilen ſollte man dieſen Schein alſo auch im Neumonde ſelbſt, wo die „Sichel" die ſchmalſte, nämlich = 0 iſt, am beſten ſehen; allein bei dieſer Phaſe ſteht der Mond mit der Sonne zugleich am Himmel, deren überſtrahlendes Licht die Beobachtung natürlich beeinträchtiget, wogegen die Sichel nur erſt in den Dämmerungen ſichtbar wird. Am dritten Tage nach oder vor dem Neumonde begünſtiget die Winkeldiſtanz des Mondes von der Sonne die Wahrnehmung beſonders.

*** Wenn wir, um es aus d. A. Mond, S. 159., hier nochmals hervorzuheben, „Neumond" haben, ſo ſieht die uns zugekehrte, dann übrigens dunkle (von der Sonne abgewendete) Mondhalbkugel die Erde, der Sonne gegenüber, als „Voll-Erde" (Pleniterrium; Pleine Terre).

S. 254. wo auch jene früheren Anſichten) erzählt, die angeführte richtige Erklärung.

Soviel über „*Mondphaſen*"; Leſer, welche ein mehreres, namentlich analytiſches Detail verlangen, verweiſe ich vorzugsweiſe an *Lalande*, welcher im 7ten Buche der „Astronomie" „Des phases de la Lune" den Gegenſtand ſchön und *ſehr* ausführlich behandelt, und ſich unter anderm auch über das *Nichtwärmen* des Mondlichtes verbreitet, eine Unterſuchung, welche mir jedoch weniger vor das ſpecielle Forum der Aſtronomie als das der allgemeinen Naturlehre zu gehören ſcheint. — Auf „Phaſen" im *Allgemeinen* wird mich übrigens auch noch der Collectiv-Artikel zurückführen; und ich könnte den Artikel alſo hiermit beſchließen, wenn ich nicht wüßte, wieviel zuweilen auf Vorherbeſtimmung des *genaueren* Eintrittes einer „Mondphaſe" ankömmt. Zu dieſer Berechnung laſſe ich daher noch eine Anleitung und Tafeln folgen, von welchen letzteren Nr. 1. wenigſtens doch noch die *erſte* Hälfte des laufenden Jahrhunderts umfaßt, und, nach meinem Tode durch diejenige Hand, welche dann das gegenwärtige Werk neu bearbeiten wird, auf die *zweite* Hälfte ausgedehnt werden mag. Man verfährt nach dieſer Anleitung folgendermaßen:

Um nämlich die vier vorzüglichſten Phaſen des Mondes zu finden, dienen die Tafeln 1, 2 und 3. Die erſte derſelben gibt die Epochen der Jahre mit der mittleren Anomalie A des Mondes in *Tauſendtheilen* der Peripherie ausgedrückt; die zweite gibt die Bewegungen des Mondes für die verſchiedenen Monate des Jahres und die Phaſen P, ſo daß unter den Werthen von P die Zahl 1, 2, 3, 4 nach der Ordnung den Neumond, das erſte Viertel, den Vollmond und das letzte Viertel bezeichnet, und wo man von der Summe der Phaſen, wenn ſie größer als 4 iſt, die Zahl 4 ſubtrahirt, ſo wie man von der Summe A, wenn ſie *größer* als 1000 iſt, die Zahl 1000 ſubtrahirt. In den Monaten Januar und Februar ſetzt man, wenn das gegebene Jahr ein Schaltjahr iſt, zu der gefundenen Zeit der Phaſe noch einen Tag hinzu. Dieſe Tafeln ſind übrigens für den Meridian von Paris berechnet; ſucht man alſo dieſe Phaſen für einen *öſtlicheren* Ort, ſo wird man zu der gefundenen Zahl noch die Differenz der Meridiane *addiren*, und für einen weſtlichen *ſubtrahiren*, ſo daß z. B. dieſe Reduction ſeyn wird:

Für	Berlin	0^h 44.′2	Mailand	0^h 27.′4
	Gotha	0 33.6	Petersburg	1 51.9
	Greenwich	— 0 9.3	Prag	0 48.3
	Göttingen	0 30.2	Rom	0 40.5
	Madrid	— 0 24.1	Wien	0 56.2

Einige Beiſpiele werden den Gebrauch dieſer Tafeln deutlich machen.

An welchem Tage des Decembers 1824 iſt Neumond?

	T.	A	P
Tafel 1. . . . 1824 B . . .	6 18^h 30.9 . . .	206.9 . . .	2
2.	12 22 27.0	591.1	3
		798.0	5
			4
		Neumond	1
3. mit A = 798.0	5 42.9		
	19 22 40.8		

Alſo fällt der geſuchte Neumond auf den 19. December 22^h 40.′8 Pariſer Zeit. Man bemerke noch, daß in dieſen Tafeln, nach der Gewohnheit der Aſtronomen, vom Mittage an gezählt wird, und daß man daher, wenn die zuletzt gefundene Zahl mehr als 12 Stunden enthält, man noch 12 Stunden addiren muß, um die geſuchte Zeit, nach der bürgerlichen Art zu zählen, zu erhalten. So iſt in dem vorhergehenden Beiſpiele der geſuchte Neumond, nach der bürgerlichen Rechnung, der 20. December 10^h 40.′8. Man wird von ſelbſt bemerken, daß

man in der Tafel 2. die zweite Zahl des Decembers aus der Urſache gewählt hat, weil P gleich 3 ſeyn muß, damit die Summe beider P gleich 5, d. h. gleich 1 werde, welche letzte Zahl nach dem Vorhergehenden für die Neumonde gehört.

Sucht man eben ſo den Vollmond des Februars 1826, ſo iſt

1826 .	0 6h 30′ 0 .	463.9 .	4
	20 19 14 .8 .	880.7	3
	23 7 .7 .	344.6	7
	22 0 52 .5		4
			3 Vollmond,

alſo den 22. Februar 0^h 52′.5 Par. Zeit.

Tafel 1.

Mondphaſen.

	Epochen des Mondes	A	P		Epochen des Mondes	A	P
1800 C	2T 4h30′.1	908.1	2	1825	3T 12h30′.3	335.4	3
1801	6 7 39 .7	304.5	4	1826	0 6 30 .0	463.9	4
1802	3 1 39 .1	433.0	1	1827	4 9 40 .4	860.3	2
1803	7 4 49 .8	829.4	3	1828 B	0 3 40 .0	988.8	3
1804 B	2 22 49 .5	957.9	4	1829	4 6 50 .7	385.2	1
1805	7 2 0 .1	354.3	2	1830	1 0 50 .1	513.7	2
1806	3 19 59 .5	482.8	3	1831	5 4 0 .8	910.1	4
1807	0 13 59 .2	611.3	4	1832 B	0 22 0 .5	38.6	1
1808 B	3 17 9 .6	7.7	2	1833	5 1 10 .8	435.0	3
1809	0 11 9 .3	136,2	3	1834	1 19 10 .5	563.5	4
1810	4 14 19 .9	532.6	1	1835	5 22 20 .9	959.9	2
1811	1 8 19 .3	661.6	2	1836 B	1 16 20 .6	88.4	3
1812 B	4 11 30 .0	57.5	4	1837	5 19 31 .3	484.8	1
1813	1 5 29 .7	186.0	1	1838	2 13 30 .6	613.3	2
1814	5 8 40 .1	582.4	3	1839	6 16 41 .3	9.7	4
1815	2 2 39 .7	710.9	4	1840 B	2 10 41 .0	138.2	1
1816 B	5 5 50 .1	107.1	2	1841	6 13 51 .4	534.6	3
1817	1 23 49 .8	235.8	3	1842	3 7 51 .0	663.1	4
1818	6 3 0 .5	632.2	1	1843	0 1 50 .7	791.6	1
1819	2 20 59 .8	760.7	2	1844 B	3 5 1 .1	188.0	3
1820 B	6 0 10 .5	157.1	4	1845	7 8 11 .8	584.4	1
1821	2 18 10 .2	285.6	1	1846	4 2 11 .2	712.9	2
1822	6 21 20 .6	682.0	3	1847	0 20 10 .8	841.4	3
1823	3 15 20 .2	810.5	4	1848 B	3 23 21 .5	237.8	1
1824 B	6 18 30 .9	206.9	2	1849	0 17 20 .9	366.3	2

Tafel 2.

Bewegung des Mondes.

	Mond	A	P		Mond	A	P
Januar	7T 9h39.'7	269.2	1	Juli	3T 12h47.'1	697.5	1
	14 19 19.0	538.0	2		10 21 26.4	964.7	2
	22 4 57.4	806.6	3		18 6 6.9	231.8	3
	29 14 34.7	75.3	4		25 14 49.3	499.0	4
Februar	6 0 10.3	343.8	1	Auguſt	1 23 34.0	766.3	1
	13 9 43.8	612.3	2		9 8 21.4	33.6	2
	20 19 14.8	880.7	3		16 17 11.8	301.0	3
	28 4 43.0	149.1	4		24 2 5.7	568.4	4
					31 11 3.2	836.0	1
März	7 14 7.9	417.3	1	September	7 20 4.5	103.6	2
	14 23 29.2	685.4	2		12 5 9.6	371.3	3
	22 8 46.7	953.4	3		22 14 18.5	639.2	4
	29 18 0.3	221.4	4		29 23 31.5	907.1	1
April	6 3 9.9	489.3	1	Oktober	7 8 48.2	175.1	2
	13 12 15.3	757.0	2		14 18 8.5	443.2	3
	20 21 16.6	24.6	3		22 3 32.2	711.4	4
	28 6 14.1	292.3	4		29 12 59.0	979.7	1
Mai	5 15 7.7	559.6	1	November	5 22 28.7	248.1	2
	12 23 57.8	827.0	2		13 8 0.8	516.9	3
	20 8 44.7	94.4	3		20 17 35.1	785.1	4
	27 17 28.9	361.6	4		28 23 11.1	53.8	5
Juni	4 2 10.9	628.9	1	Dezember	5 12 48.6	322.4	2
	11 10 51.1	896.2	2		12 22 27.0	591.1	3
	18 19 30.1	163.2	3		20 8 6.3	859.9	4
	26 4 8.6	430.4	4		27 17 46.0	128.6	1
					35 3 26.0	896.1	2

Tafel 3.

A	Syzy-gien.	Quadra-turen	A	Syzy-gien.	Quadra-turen	A	Syzy-gien.	Quadra-turen
0	15h13.'8	15h13.'8	350	22h56.'2	27h 9.'0	700	6h 4.'3	0h58.'2
10	15 53 1	16 12 7	360	22 32 8	26 33 2	710	5 52 4	0 40 2
20	16 32 3	17 11 3	370	22 7 9	25 55 0	720	5 52 3	0 25 3
30	17 11 1	18 9 3	380	21 41 6	25 14 5	730	5 34 6	0 14 2
40	17 49 3	19 6 6	390	21 14 0	24 31 9	740	5 29 0	0 6 5
50	18 26.9	20 2.8	400	20 45.0	23 47.3	750	5 25.7	0 2.4
60	19 3.5	20 58.1	410	20 15.2	23 1.0	760	5 24.8	0 0.0
70	19 39.1	21 51.8	420	19 44.2	22 13.1	770	5 26.2	0 4.3
80	20 13.5	22 43.7	430	19 12.3	21 23.8	780	5 30.0	0 12.2
90	20 46.5	23 33.8	440	18 39.7	20 33.2	790	5 36.1	0 22.9
100	21 18.0	24 21.8	450	18 6.4	19 41.6	800	5 44.6	0 37.1
110	21 47.9	25 7.3	460	17 32.5	18 49.1	810	5 55.5	0 54.9
120	22 16.1	25 50.6	470	16 58.3	17 56.3	820	6 8.8	1 16.3
130	22 42.4	26 31.0	480	16 23.7	17 2.2	830	6 24.3	1 41.3
140	23 6.7	27 8.6	490	15 48.8	16 8.2	840	6 42.1	2 9.7
150	23 28.9	27 43.2	500	15 13.8	15 13.8	850	7 2.1	2 41.1
160	23 49.0	28 14.6	510	14 39.1	14 19.3	860	7 24.1	3 16.0
170	24 6.9	28 42.9	520	14 4.4	13 25.0	870	7 48.3	3 53.7
170	24 22.5	29 7.7	530	13 30.0	12 30.7	880	8 14.4	4 34.2
190	24 35.8	29 29.0	540	12 55.9	11 37.7	890	8 42.4	5 17.7
200	24 46.8	29 46.8	550	12 22.3	10 44.9	900	9 12.0	6 3.5
210	24 55.4	30 1.0	560	11 49.1	9 53.1	910	9 43.4	6 51.6
220	25 1.5	30 11.6	570	11 16.7	9 2.3	920	10 16.2	7 41.9
230	25 5.2	30 18.5	580	10 45.0	8 12.8	930	10 50 4	8 34.1
240	25 6.7	30 21.6	590	10 14.3	7 24.7	940	11 25.7	9 28.0
250	25 5.7	30 21.5	600	9 44.5	6 38.2	950	12 2.1	10 23.5
260	25 2.4	30 17.1	610	9 15.8	5 53.5	960	12 39.3	11 20.0
270	24 56.8	30 9.6	620	8 48.3	5 10.7	970	13 17.4	12 17.5
280	24 49.0	29 58.6	630	8 22.8	4 30.0	980	13 55.9	13 15.9
290	24 38.8	29 43.8	640	7 57.5	3 50.7	990	14 34.7	14 14.7
300	24 26.6	29 25.9	650	7 34.2	3 14.7	1000	15 13.8	15 13.8
310	24 12.4	29 4.5	660	7 12.7	2 42.4			
320	23 56.1	28 40.0	670	6 52.8	2 11.9			
330	23 37.9	28 12.5	680	6 34.8	1 44.9			
340	23 17.5	27 42.1	690	6 18.6	1 19.7			

Mondtafeln, ſ. d. Schluß des unmittelbar folgenden Artikels:

Mond-Ungleichheiten; Inaequalitates Lunae; *Inégalités de la Lune.* Der Nebenplanet Mond umläuft ſeinen Hauptplaneten, die Erde nicht ſowohl in einem Kreiſe, deſſen Mittelpunct ſie einnähme, und demgemäß er ſich in immer gleichem Abſtande von ihr, als dem ſeinen Lauf regelnden Centralkörper befinden würde, ſondern vielmehr in einer (wenn auch vom Kreiſe nicht ſehr abweichenden) *Ellipſe*, in deren einem Brennpuncte die Erde ſteht, ſo daß ſich jene Abſtände und die davon abhängigen Gravitationswirkungen, beſtändig ändern. Zugleich wird er vom Hauptplaneten mit um die *Sonne* geführt, welche dabei einen, nach Maßgabe ihrer großen Maſſe, überaus gewaltigen und, wegen auch verſchiedener Abſtände, ebenfalls nicht immer gleichen* Gravitations-Einfluß auf ihn ausübt; und auſſerdem wirken die Nachbarplaneten *Venus* und *Jupiter* (Mars kann wegen der Geringfügigkeit ſeiner Maſſe unbeachtet bleiben) gravitirend (anziehend) auf ihn ein, wozu ſich überdieß noch der ganz beſondere Umſtand der *nicht vollkommnen Kugelgeſtalt des Erdkörpers* und der daher rührenden Modificationen in den Gravitations-Beziehungen zum Nebenplaneten geſellt. Alle dieſe Umſtände machen den Lauf des Mondes höchſt ungleich: in jedem Augenblicke iſt die gegenſeitige Lage namentlich der drei Körper*: *Mond*, *Erde*, *Sonne*, eine andere; und es entſtehen daraus diejenigen „*Mond-Ungleichheiten*", wie man den Vorgang benannt hat, welche wir hier zu betrachten haben. Zwar findet, der Natur der Sache gemäß, Aehnliches bei *allen* übrigen Trabanten unſeres Sonnenſyſtems, gleichwie bei den Planeten unter einander ſelbſt, Statt; allein beim *Erdmonde* ſind dieſe „Ungleichheiten", dieſe Störungen (*Perturbationen*, in welchem beſondern Art. ich den Gegenſtand unter ſeinem *allgemeineren* Geſichtspuncte behandle), viel beträchtlicher**; — und es ſcheint, wie ſich der Mondtopograph *Mädler* (in der viel citirten „Selenographie" §. 7.) auf dieſe Veranlaſſung ausdrückt, in der That, als ſtehe der Erdmond an der

* Dürfte man die Sonne von der Erde mit ihrem Monde als *unendlich* entfernt anſehen, ſo würde ſie auf beide Körper mit *gleicher* Gewalt nach *parallelen* Richtungen wirken, wodurch ſich in deren *gegenſeitigem* Bezuge offenbar Nichts änderte; allein jene Entfernung iſt zwar verhältnißmäßig *ſehr groß*, jedoch *nicht* unendlich; — und die *Verſchiedenheit* in den Abſtänden des Mondes und der Erde von der Sonne kommt alſo rückſichtlich des *reſpectiven* Gravitations-Einfluſſes der letzteren in Betracht. Wird die Kraft, mit welcher die *Erde*, nach Maßgabe *ihrer* Entfernung und Maſſe, anziehend auf den *Mond* wirkt, = 1 geſetzt, ſo iſt dagegen die Anziehung (der Gravitations-Einfluß) der *Sonne* auf den *gemeinſchaftlichen Schwerpunct von Erde und Mond* (in welchem Puncte man ſich beide Geſtirne *vereint* zu denken hat, wenn man ſie *dann* nicht lieber, wie oben, *gleich weit* abſtehend, und in *parallelen Richtungen* angezogen annehmen will) aus zwar viel größerer Entfernung, aber bei überaus viel bedeutenderer Maſſenkraft, faſt = $2\frac{1}{2}$, und man begreift, daß nach Maßgabe dieſer Ueberlegenheit ſchon eine kleine ſolche *Verſchiedenheit* zwiſchen den Abſtänden der Erde und des Mondes von der Sonne merkliche Verſchiedenheiten in den Anziehungen der letzteren (*Störungen des Mondlaufes*) verurſachen muß.

* *Problem der drei Körper*, vergl. d. beſondern Artikel.

** Wegen des ungeheuren Maſſenübergewichtes der *Sonne*, welcher der *Erdmond* unter *allen* Neben-Planeten unſeres Syſtems am *nächſten* kömmt, indeß er ſich in Halbmeſſern *ſeines Central*körpers Erde *weiter* vom *Mittelpuncte deſſelben* entfernt als irgend ein anderer Trabant (vielleicht den *äußerſten* Uranusmond ausgenommen), müſſen die Ungleichheiten beim Laufe des Erdmondes — um die Sache noch unter einem andern Geſichtspuncte alsbald ganz augenſcheinlich zu machen — natürlich auch größer als bei *irgend* einem andern Geſtirn unſeres Syſtems ausfallen.

äußerſten Grenze der Möglichkeit, wo es einem Planeten noch gelingen kann, einen Mond in einer geregelten Bahn feſtzuhalten*. Schon aus dieſem Grunde, wenn es ſich dabei auch nicht namentlich um unſern Mond handelte, verdient der Gegenſtand unſere beſondere Aufmerkſamkeit.

Man theilt aber die „Mondungleichheiten“ gewöhnlich in zwei Claſſen, in die vier großen- und in die kleineren Ungleichheiten, wozu ſich noch die ſchnelle Bewegung der Knoten (der Durchſchnittspuncte der Mondbahn mit der Ebene der Ekliptik), und der Apſiden (der großen Axe der elliptiſchen Mondbahn) geſellen. Hinſichtlich jenes Rückganges der Knoten** erſtens, ſo habe ich im betreffenden Artikel, S.921. die Allgemeinheit des Vorganges, zugleich aber die Urſache nachgewieſen, aus welcher gerade die Knoten des Erdmondes, im Vergleiche zu den Knoten anderer Geſtirnbahnen, einer ſo auſſerordentlich ſchnellen Bewegung unterworfen ſind, daß ſie ſchon in 18 bis 19 Jahren den ganzen Kreis der Ekliptik (wider die Folge der Zeichen) durchlaufen. Während nämlich die Verrückung der Knoten der um die Sonne gehenden Planetenbahnen, nur durch den Einfluß der übrigen Planeten veranlaßt wird, wirkt auf den um die Erde laufenden Mond zugleich die Sonne (und zwar, um noch einem Einwande zu begegnen, aus viel größerer Nähe als bei den übrigen Trabanten unſeres Syſtems); und daſſelbe gilt ferner zweitens auch vom Apagäum des Erdmondes, ſo daß, wiewohl (vergl. Apſidenlinie) dieſe Bewegung der großen Axen ebenfalls ein allgemeines planetariſches Phänomen iſt, ſich dieſelbe doch bei unſerm Monde, aus dem nämlichen Grunde der Sonnenwirkung, durch ihre Schnelligkeit von allen übrigen unterſcheidet*. — Beide Vorgänge: die Knoten- und Apſiden-Bewegung, ſind dem Erdmonde alſo zwar mit den übrigen Geſtirnen des Syſtems gemein, zeichnen ſich aber (ich komme namentlich auf die letztere ſogleich zurück) durch eine ſonſt beiſpielloſe Geſchwindigkeit aus, worüber man ſich indeß aus den angeführten Gründen eine ſo vollſtändige Rechenſchaft geben kann, daß ich mich nicht weiter dabei aufhalte, ſondern nunmehr ſogleich zu den in Rede ſtehenden vier „großen Mondungleichheiten“** ſelbſt übergehe. Dieſelben beſtehen aber hiernächſt 1) in der Gleichung der Bahn, 2) in der Evection, 3) in der Variation, und 4) in der jährlichen Gleichung; und habe ich dabei ſogleich zu bevorworten, daß nur die drei letzteren als eigentliche „Störungen“ des Mondlaufes durch die, die reine Wirkung der Erdgravitation beeinträchtigende Sonnenwirkung zu betrachten ſind, wogegen die erſte: die „Gleichung der Bahn“ (ſ. d. A.), gleichwie bei allen übrigen Weltkörpern,

* Es läßt ſich zeigen, und erhellt auch ſchon durch bloßes Nachdenken, daß die Umlaufszeit eines Nebenplaneten von der Umlaufszeit ſeines Hauptplaneten ſehr verſchieden ſeyn muß: die Jupiters-, Saturns-, Uranusmonde machen hunderte, ja tauſende von Umläufen während Eines Jahres ihrer reſpectiven Hauptplaneten; der Erdmond dagegen macht in 1 Erdenjahre doch nur 13 Umläufe.

** Da vom Orte dieſer Knoten (vergl. d. A.) die Reduction auf die Ekliptik (ſ. auch dieſen A.) abhängt, ſo begreift man, welch einen Einfluß ihre Ortsveränderung auf die Berechnung des Geſtirnortes hat.

* Die Erdferne (vergl. d. A. S. 375.) des Mondes macht jährlich morgenwärts 41°, und durchläuft alſo in etwann 9 Jahren (9.41 nahe = 360) die ganze Mondbahn.

** Eine andere Art von Claſſification theilt die „Ungleichheiten“ der Geſtirn- (nicht bloß der Mond-) Bewegung in periodiſche und ſäculare, d. h., ganz allgemein zu reden, in ſolche, deren Periode in kürzerer, oder aber ſolche, für welche dieſelbe erſt in ſehr langer Zeit (z. B. erſt nach Jahrhunderten, daher der Name) abläuft. Ich anticipire Dieß hier für Leſer, welchen die Ausdrücke eben beifallen ſollten, muß die weitere Erklärung aber dem ſchon citirten Art. Perturbationen vorbehalten.

auf Rechnung der *elliptiſchen* Geſtalt der Mondbahn ſelbſt kömmt, welche Geſtalt dieſelbe mit ihnen gemein hat.

Wäre nämlich, um das ſchon Eingangs Bemerkte nochmals hervorzuheben, zuerſt die Mondbahn um die Erde, ein *Kreis*, deſſen *Mittelpunct* die letztere, als der Lauf-regelnde Centralkörper einnähme, demgemäß die Abſtände (Radien vectoren) ſtets gleich groß blieben; ſo würde der Mond dieſen *Kreis*, abgeſehen von andern Einflüſſen, auch mit immer gleicher Geſchwindigkeit durchlaufen. Dieß leuchtet ohne weiteres ein. Da die Bahn aber in Wirklichkeit vielmehr eine *Ellipſe* iſt, deren einen *Brennpunct* die Erde einnimmt, ſo ändern ſich, der Natur dieſer Curve gemäß, die Abſtände des Mondes von der Erde, und die dadurch geregelten Anziehungen von einem Augenblicke zum andern; und die hiervon abhängige Geſchwindigkeit des Mondes wird daher *ungleich* befunden. Wir wollen uns die große Axe dieſer elliptiſchen Bahn, mit ihren beiden Endpuncten der *Erdnähe* und *Erdferne*, verſinnlichen, und, nach Anleitung deſſen, was hierüber in dem Art. *Mittlerer Planet* (welchen ich deßwegen gleich auf Haupt- und „Neben"-Planeten ausgedehnt habe) gelehrt worden iſt, von dem einen oder dem andern dieſer beiden Puncte einen ſolchen *eingebildeten* Mond mit angenommener *gleichförmiger* Geſchwindigkeit (einen *mittleren* Mond), und eben ſo auch den *wahren* Mond, mit ſeiner *ungleichförmigen* Geſchwindigkeit, in demſelben Augenblicke auslaufend denken; ſo ſpringt in die Augen, daß ſich eine beſtändige* Ortsverſchiedenheit zwiſchen ihnen beiden finden werde; der jedesmalige Ort des *mittleren* Mondes in der Bahn läßt ſich vermittelſt der Diviſion der auf den Bahn-Umfang kommenden 360° durch die ganze Umlaufszeit* vorher *berechnen*, und iſt alſo immer gegeben; der *wahre*, zu *beobachtende* Ort (der Bahnort des *wahren* Mondes) weicht aber alſo davon ab; — und dieſer beſtändige Unterſchied, welcher, vergl. unten, mit *bloßem Bezuge* auf *dieſe* Urſach, auf 6° 17′ ſteigen kann (und dann die, vergl. wieder unten, *etwann* bei 90° mittlerer Anomalie eintretende, *größte Mittelpunctsgleichung*, B. I. S. 642. bildet), iſt nun die hier betrachtete erſte große „Mondungleichheit": die *Gleichung der (Mond-) Bahn*, wie ich unter dieſer Benennung den Gegenſtand allgemeiner und ausführlich behandelt habe. In den Mondtafeln findet ſich dieſelbe indeß (ich beſchränke mich auf das *erſte* Glied) unter der Form: Gleichung der Bahn = größte Mittelpunctsgleichung (alſo 6° 17′). sin mittlere Anomalie**

* Ich bevorworte, um einem Zweifel zu begegnen, das Wiederzuſammentreffen in den *beiden* Puncten der „Apſiden" ſelbſt. — Noch mache ich ferner wiederholentlich darauf aufmerkſam, daß man dieß Zuſammentreffen des *mittleren* (Neben-) *Planeten* (vergl. d. A.) mit dem wahren (Neben-) *Planeten* in *zwei* Puncten der *Bahn*, nicht mit dem, in *Gleichung der Zeit*, S. 655. erklärten, jährlich *viermaligen* Zuſammentreffen der mittleren und wahren *Sonne* im *Meridian* verwechſeln muß.

* *Mittlere* Umlaufszeit, wie ich ferner bevorworte. Die Bewegung des Mondes iſt nämlich ſo ungleich, daß die *Monate* (vergl. d. A.) an Dauer unter ſich oft ſehr verſchieden ſind. Schon die ältere Aſtronomie fand aber jenen *mittleren* Werth, indem ſie, der Compenſation wegen, die Zeit zwiſchen *weit* auseinander liegenden Mondfinſterniſſen mit der *ohngefähren* mittleren Monatsdauer verglich, und (*Conjunction*, S. 202.) letztere daraus genauer beſtimmte.

** Die Relation: Gleichung der Bahn = *größte Mittelpunctsgleichung* . sin mittlere Anomalie könnte überraſchen, da wir (*Gleichung der Bahn*, S. 638.) ſonſt: Gleichung der Bahn = 2 *Excentricität* . sin mittlere Anomalie angegeben haben; allein zwiſchen *Excentricität* (e) und *größter Mittelpunctsgleichung* (m) beſteht das Verhältniß : $e = \frac{1}{2} m - \ldots\ldots$; demgemäß, durch Subſtitution von $\frac{1}{2}$ m für e, jene Relation kömmt. — Ich erinnre übrigens auf dieſe Veranlaſſung auch noch daran, daß in einem ſolchen Ausdrucke wie der obige, Gleichung der Bahn = 6° 17′. sin mittlere Anoma-

angeſetzt, und ihr größter Werth tritt demnach, wie ich eben ſage, wirklich bei 90° Anomalie ein, wo $\sin m = 1$ wird. Allein wenn man nun auch vorſtehender Formel, oder aber, der im bezeichneten Artikel ertheilten genaueren Anweiſung gemäß, aus einem ſolchen mittleren Mond-Bahnorte (einer mittleren Mond-Anomalie) den wahren Ort: die wahre Anomalie, herleitet; ſo findet ſich doch, nach dieſer Reduction, die Berechnung noch lange nicht in Uebereinſtimmung mit demjenigen, was die wirkliche Beobachtung ergibt. Die erſte Urſache davon iſt die oben nachgewieſene äußerſt ſchnelle Bewegung der Mondbahn-Apſidenlinie, worauf ich, unter dieſem Geſichtspuncte, nun zurückkomme, und welche alſo, zur richtigen Beſtimmung der Anomalie (des Mond-Bahn-* Ortes) zunächſt berückſichtiget werden muß. Auſſerdem aber miſcht ſich ſodann die, die reine elliptiſche Bewegung des Mondes um die Erde in der angedeuteten Art beeinträchtigende Gravitationswirkung der Sonne „ſtörend“ ein, und bringt die nun ferner zu betrachtenden angegebenen andern „großen Mondungleichheiten“: die Evection, Variation und jährliche Gleichung (als ſolche eigentliche „Störungen“, Perturbationen) hervor.

Ueber die „Evection“, in ihrem durchgängigen Verhalten, handelt ein eigener Artikel, deſſen vorherige Vergleichung ich empfehlen darf. Man verſchafft ſich aber das ſinnlichſte Bild von dieſem Vorgange, wenn man ſich denſelben ſo vorſtellt, als ob die Ellipſe, welche der Mond um die Erde beſchreibt, von der Sonne auseinander gezogen werde, etwann wie ſich die Waſſerkugel (des Planeten Erde) bei der Ebbe und Fluth in ein Sphäroid auseinander gezogen findet; daher dieſe Ellipſe länglicher und ſchmaler, excentriſcher* wird, wenn ſich ihre große Axe gegen die Sonne kehrt (die Linie der Syzygien mit ihr zuſammenfällt, der Mond in der Erdnähe oder Erdferne entweder neu oder voll iſt), hingegen rundlicher, kreisähnlicher, weniger excentriſch, wenn dieß mit der kleinen Axe der Fall (der Mond in den Quadraturen entweder neu oder voll) iſt. Da die Mittelpunctsgleichung von der Excentricität abhängt, mit ihr größer und kleiner wird (vergl. wegen ihrer gegenſeitigen Beziehung hinten), ſo muß ſich jene Excentricitätsveränderung, die „Evection“, auch an ihr offenbaren; und man findet in der That, daß die „größte Mittelpunctsgleichung“, deren (mittleren, rein elliptiſchen, von der „Evection“ nicht afficirten) Werth wir oben zu 6° 17′ angegeben haben, im erſteren Falle: des Zuſammentreffens der Syzygien mit den Apſiden, auf etwann $6° 17' + 1° 16' = 7\frac{1}{2}°$ ſteigt, im andern Falle, in welchem die Apſiden mit den Quadraturen concurriren, aber um ziemlich eben ſo viel kleiner, nämlich $(6° 17' - 1° 16') = 5°$ wird, demgemäß der größte Werth der „Evection“ (ihr Coefficient) ± 1° 16′ beträgt. In den Tafeln (alſo für alle Puncte der Mondbahn) findet ſie ſich unter der Form Evection = 1° 16 . sin (2 Elongation** — mittlere Anomalie) aufgeführt; und wir wollen die Richtigkeit dieſes Ausdruckes an unſern beiden ſpeciellen Beiſpielen prüfen.

Nun haben wir oben den Eintritt der größten Mond-Mittelpunctsgleichung bei etwann 90° mittlerer Anomalie gefun-

lie, die 6° 17′ der „Coefficient“, und der Factor: sin mittlere Anomalie, das „Argument“ heißen.

* Die Veränderung des Knoten-Ortes käme, wie ich nochmals hervorhebe, bei der nachherigen Reduction auf die Ekliptik nicht weniger in Betracht.

* D. h. B. I. S. 648.: es tritt eine Vergrößerung des Verhältniſſes (Unterſchiedes) zwiſchen der größeren und kleineren Hälfte der großen Axe, ohne eigene Verlängerung dieſer letzteren überhaupt, ein; — ich komme hinten hierauf zurück. Man wird ſich aber bis dahin eine ſolche ſchmaler werdende Ellipſe, mit deßhalb wachſender Excentricität, ohne daß doch die ganze große Axe ſelbſt länger würde, leicht vorſtellig machen.

** Unterſchied zwiſchen der mittleren Länge des Mondes und der Sonne.

den; und dort ſoll alſo, nach der Formel, die Evection, im erſteren Falle, + 1° 16′ ſeyn. In dieſem Falle ſteht die Apſide mit der Sonne zuſammen, und Elongation und Anomalie ſind demnach gleich; bei 90° Anomalie beträgt die doppelte Elongation ſolchergeſtalt aber 180°; und unſer Ausdruck sin (2 Elongation — Anomalie) wird sin (180° — 90°) = sin 90° = + 1, d. h. Evection = 1° 16′. *plus* 1, wie oben. Im zweiten Falle liegt die Apſide dagegen in der Quadratur: bei 90° Anomalie iſt demzufolge die Elongation = 180°, und unſere Gleichung:
Evection = 1° 16′. sin (2 Elongation — Anomalie) wird, wieder wie ſie ſoll, Evection = 1° 16′. sin (360° — 90°) = 1° 16′ (sin 270°) = 1° 16′. *minus* 1. —

Dieß reicht nach demjenigen, welches ich hier beabſichtige, über „Evection“ hin; und ich habe nur noch eine allgemeine, auch auf die folgenden Ungleichheiten anzuwendende Bemerkung hinzuzufügen. Den größten Werth dieſer Störung haben wir nämlich erſt bei 90° von demjenigen Bahnorte gefunden, an welchem die veranlaſſende Urſache ſelbſt ſchon eintrat: die Vergrößerung der Excentricität, als eine ſolche Urſache z. B. erfolgte bereits im Augenblicke des Statthabens des Neu- (oder Voll-) Mondes in der Erdferne (oder Erdnähe); die äußerſte Vergrößerung der Mittelpunctsgleichung bis auf $7\frac{2}{3}$°, als Wirkung davon, ward aber erſt in einem 90° entfernten Bahnpuncte bemerkt; — wie kann dieß zugehen?

Es verhält ſich damit ganz ſo, wie z. B. mit dem Anwachſen des Unterſchiedes zwiſchen mittlerem und wahrem Orte bei der elliptiſch planetariſchen Bewegung, welcher Unterſchied ſein Maximum auch erſt da (bei III und IX Zeichen) erreicht, wo die veranlaſſende Urſache aufhört zu wirken (oder wo ſie im entgegengeſetzten Sinne zu wirken anfängt): in der Tafel iſt fortwährend der mittlere Werth angeſetzt; in der Wirklichkeit häufen ſich die Unterſchiede ſo lange zuſammen, bis ihre Veranlaſſung wegfällt (bis zu dem Puncte, wo die Wirkung aufhört), und ihr Summenwerth alſo der größte iſt*. — Mit dieſer Bemerkung, welche ſich, wie geſagt, auch auf das Folgende bezieht, komme ich nun alſo zur „Variation“, über deren Detail nicht weniger ein beſondrer Artikel handelt, ſo daß ich mich hier gleichfalls auf das, der Geſammtheit der Mond-Störungen gemeinſame Allgemeinſte beſchränken kann, wiewohl gerade bei dieſem Gegenſtande auch nur eine ſolche Entwicklung ohne einige Ausführlichkeit kaum gelingen dürfte. Um indeß einen dergleichen allgemeinſten Begriff von dieſer „Mondungleichheit“ zu erlangen, muß man ſich zunächſt nur recht vorſtellig machen, wie die Gravitation des Mondes gegen die Sonne, in denjenigen beiden Quadranten ſeiner Bahn, in welchen er von den Syzygien (der Conjunction und Oppoſition) weggeht, ſeiner, durch die Centralkraft der Erde verurſachten Bahngeſchwindigkeit entgegen wirkt, in den andern beiden Quadranten der Bahn aber, in denen er auf die Syzygien losgeht, jene Geſchwindigkeit vielmehr befördert**, welche Bedingung die Grundlage der Erklärung abgibt, wobei jedoch, zu einer ſolchen eigentlichen Erklärung des Vorganges, auch nur in ſeinen Hauptmomenten zugleich die ſtete Rückſicht auf die einleitende Bemerkung nothwendig bleibt.

Die „Variation“ äußert ſich nämlich hauptſächlich darin, daß der wahre (von ihr afficirte) Mond im erſten Octanten (45 Grad Elongation) dem mittleren (dem, wenn ich ſo ſagen

* Lalande: „Astronomie.“ III. 578. „Il faut bien se souvenir que ces sortes d'accélération (ou de retardement) ne deviennent *les plus sensibles,* que quand la cause *cesse* d'agir. C'est ainsi p. e. que dans *le mouvement elliptique des planètes le vrai lieu n'est le plus avancé, qu'au tems où l'accélération finit,* et où *commence le retardement*, c. à d. vers III où IX signes d'anomalie“ (genau wie ich oben ſage).

** Andere Schriftſteller bezeichnen, wie ich ſchon im Art. Mondphaſen hervorgehoben habe, dieſe von mir 1ſter, 2ter, 3ter und 4ter genannten Octanten mit I, III, V, VII.

darf „Tafel“-) Monde 39′ voraus-, im zweiten Octanten (135° Elongation) eben ſo viel gegen ihn zurück, im dritten (225° Elongation) wieder ſoviel voraus, im vierten (315° Elongation) endlich abermals ſoviel zurück-, und daß die betreffende allgemeine Gleichung:
Variation = 39′ . sin 2 (mittlere) Elongation iſt (woraus demnach für die Syzygien und Quadraturen ihr Werth = 0 folgt, ein Umſtand, auf welchen ich unten beſonders zurückkomme). Sey der (wahre) Mond, deſſen Lauf unter dieſem Geſichtspuncte wir nun durch die ganze Bahn verfolgen wollen, alſo (ich denke ohne Figur fertig zu werden) jetzt (in der Conjunction, alſo) Neumond; derſelbe gehe (von dieſem Puncte ab im ſelben Moment mit dem mittleren) zum erſten Viertel, rücke demnach, wie wir oben gleichergeſtalt angefangen haben, von der Syzygie (wir wollen ſie die erſte nennen) weg, und verlaſſe damit einen derjenigen beiden Bahnpuncte, in welchen ſeine Geſchwindigkeit, ſoweit dieſelbe von der „Variation“ abhängt, bevorworteterмaßen, die größte* iſt: ſo nimmt dieſe Geſchwindigkeit nun bis hin zur Quadratur ab, wird dort die kleinſte, und hat demnach auf der Mitte des Weges, d. h. im erſten Octanten, ihren mittleren Werth erreicht. Der in ſeinem Laufe durch die „Variation“ mitbedingte wahre Mond iſt alſo, dem einleitenden Principe gemäß, dem von ihr unabhängigen mittleren Monde hier am weiteſten voraus, eben weil, und zwar ganz ſo, wie für den dabei zum erläuternden Beiſpiele gewählten wahren und mittleren Planeten, die Abſtandsverſchiedenheit zwiſchen jenem wahren und dem fingirten mittleren (dem Tafel-) Monde nun ferner zu wachſen aufhört; — und die „Variation“ hat hier alſo (zum erſten Male) ihren größten (poſitiven) Werth von 39′ erreicht. Dieß zeigt ſich auch der Formel: Variation = 39′ . sin 2 Elongation, gemäß, indem die Elongation im erſten Octanten = 45°, der Sinus von 2 . 45, d. h. von 90° aber = + 1 iſt; ſo, daß hier alſo der mittleren Mondlänge, der „Variation“ wegen, 39′ hinzu gerechnet werden müſſen, um ſie in die beobachtungsgemäße wahre zu verwandeln, welches Beobachtungsreſultat ſonach unſer Raiſonnement beſtätiget.

Im erſten Viertel ſodann kommt der mittlere, der, wenn ich ſo ſagen darf, „nicht variirte“ Mond zwar mit dem „variirten“ wieder im nämlichen Momente, aber mit der ihm beiwohnenden größeren Geſchwindigkeit als der letztere an: denn beide Geſchwindigkeiten waren im vorangehenden Octanten bei der größten Abſtandsverſchiedenheit gleich geworden; und von hieran fand ſich alſo die mittlere nunmehr überwiegend*. Dieſes Voreilen des mittleren (des „nicht variirten“) Mondes dauert, aus den nämlichen Gründen, auch von hier ab bis zum zweiten Octanten (nach dem erſten Viertel) fort, wo nunmehr allererſt die Geſchwindigkeit des ſo lange retardirten wahren Mondes der mittleren wieder gleich** zu werden anfängt, und wo letztere mittlere alſo ihrerſeits den meiſten Vorſprung*** vor der wahren hat. Hier

* Es iſt nämlich oben bevorwortet worden, daß die „Variation“ die Mondgeſchwindigkeit nach Maßgabe der Annäherung zu den Syzygien vermehrt, demgemäß das davon abhängige Maximum alſo offenbar in dieſen Punkten ſelbſt eintritt, gleichwie der Eintritt des Minimums in den Quadraturen nicht weniger daraus folgt.

* Der wahre Mond, mit ſeiner größeren, aber abnehmenden Geſchwindigkeit, war erſt dem mittleren voraus; und ſein Vorſprung vor ihm wuchs, bis dieſer gegenſeitige Abſtand nicht weiter wachſen kann, indem beide Geſchwindigkeiten gleich wurden, wonächſt die ſich immer gleich bleibende mittlere alſo nunmehr ihrerſeits den Vorſprung vor der bevorworteterмaßen abnehmenden, wahren gewann.

** Er nähert ſich nämlich nunmehr der zweiten Syzygie (der Oppoſition, der Phaſe des Vollmondes), wobei, um es nochmals einzuſchärfen, ſeine Geſchwindigkeit in Gemäßheit der „Variation,“ bevorworteterмaßen, wieder wächst.

*** Ich kann, zur deutlichſten Einſicht vom

tritt demgemäß das bevorwortete zweite Maximum der Variation, aber im negativen Sinne ein: der mittlere (der „nicht variirte“) Mond iſt in dieſem zweiten Octanten dem „variirten“ um die 39′ voraus: dieſer Betrag der „Variation“ muß hier vom Tafelwerthe abgezogen werden; und die Formel beſtätiget dieß abermals, indem die Elongation hier = 135°, 2.135° aber = 270° und der Sinus davon in der That = − 1 iſt.

Da ſich die Geſchwindigkeit des wahren Mondes, dem, unſerer Erklärung zu Grunde liegenden Geſetze gemäß, nunmehr bei der Annäherung zur zweiten Syzygie (zur Oppoſition, zum Vollmonde) wieder vergrößert; ſo kommt derſelbe in dieſem Puncte mit dem mittleren Monde zwar abermals zu gleicher Zeit, aber mit der erlangten überwiegenden Geſchwindigkeit an, und geht mit derſelben auch weiter, dem mittleren Monde voraus, bis ſeine Geſchwindigkeit auf dem halben Wege zur zweiten Quadratur, wiederum der mittleren gleich wird, und er alſo hier in dem dritten (oder, wie andere Aſtronomen ſagen, dem „fünften“) Octanten, unſerm Principe gemäß, neuerdings einen größten Vorſprung vor dem ihm jetzt folgenden mittleren Monde hat. In dieſem dritten Octanten findet ſolchergeſtalt auch ein drittes Maximum der Variation, und zwar (Elongation hier = 225°, davon das Doppelte der 450°, d. h. der 450 −360 = 90°, den Sinus + 1 gibt) mit + 39′ Statt.

Ganz nach Art der Beziehung auf die vorangehenden Phaſen kommt aber in dieſer zweiten Quadratur nun neuerdings der mittlere Mond mit einer ihm inwohnenden größeren Geſchwindigkeit als der wahre an, und geht denſelben damit bis zum letzten (4ten, wenn man nicht 7ten ſagen will) Octanten auch noch voraus, demgemäß die „Variation“ in dieſem vierten Octanten, alſo ein viertes und letztes Maximum von (Elongation hier 315°, davon dem Doppelten der 630, d. h. der 630−360 = 270° der Sinus − 1 zugehört) − 39′ hat. Nur ſolchergeſtalt erklärt ſich die, ſonſt wirklich paradoxe Erſcheinung, daß der mittlere Mond ſo kurz vor der Conjunction noch dem wahren voraus ſeyn kann. Jetzt erlangt aber freilich der letztere diejenige, oben erwähnte „größte Geſchwindigkeit“, mit welcher er in dieſem Puncte der Conjunction, von dem wir ausgegangen waren, wieder anlangt; ein Umſtand, auf den ich hier zurückkommen wollte. Daß die Formel, nämlich für letzteren Punct ſelbſt, gleichwohl die Variation noch = 0 gibt, iſt eben die nothwendige Folge unſeres Princips, welchem gemäß ſich die größte (die ganze, die bemerkbarſte) Wirkung nicht im Augenblicke des Eintretens der veranlaſſenden Urſache ſelbſt, ſondern erſt nach einiger Zeit und der während derſelben entſtandenen Zuſammenhäufung aller ſucceſſiven Einzel-Wirkungen offenbart, eine Bemerkung, die ſich nicht weniger auf die Quadraturen bezieht, in denen der mittlere (der „Tafel“-) Mond nicht weniger mit dem wahren erſt zuſammentrifft, obwohl beider Geſchwindigkeiten ſchon im vorauſſtehenden Octanten gleich geweſen ſind, und von welchen ab der größte Exceß der einen vor der andern auch nicht ehr als im folgenden Octanten wahrgenommen wird.

Ich hoffe, die Leſer, indem ich Sie ſchließlich nochmals auf das Detail in dem beſondern Artikel verweiſe, ſolchergeſtalt über das Allgemeine der „Variation“ ſchon in dieſem Collectiv-Artikel befriediget zu haben, und komme nun, immer das einleitende Princip vorhaltend, zu der letzten der zu betrachtenden großen „Mondungleichheiten“: der jährlichen Gleichung, über welche ebenfalls ſchon ein ſpecieller, gefälligſt zu vergleichenden Artikel „Gleichung, jährliche“ handelt, und welche ich daher hier auch nur in ihrer allge-

überhaupt ſchwierigen Gegenſtande, nicht genugſam wiederholen, daß ſich der größte Abſtand zwiſchen dem mittleren und wahren Geſtirn da findet, wo ihre gegenſeitige Geſchwindigkeit gleich zu werden anfängt, indem derſelbe natürlich nur ſo lange wachſen kann, als die eine vorherrſcht.

meinen Beziehung zu den übrigen betrachten darf.

Wir haben aber aus jenem Separat-Artikel den allgemeinen Grund dieſer „Mondungleichheit“ in dem Umſtande kennen gelernt, daß die Erde, mit dem ſie umkreiſenden Monde, der Sonne in unſerm Winter ſo viel näher als im Sommer (daß das ganze Erdſyſtem in ein anderes Entfernungsverhältniß zum ſtörenden Körper verſetzt) iſt, daher der Mond zu jener Zeit, wegen der aus der größeren Nähe auch größeren (ſtörenden) Anziehungswirkung der Sonne auf ihn, mehr davon afficirt, und alſo die Axe ſeiner Bahn, und damit ſeine, davon abhängige Umlaufszeit (der Monat, z. B. namentlich der ſynodiſche) verlängert (die Bahngeſchwindigkeit verringert*) wird. Dieß, hier zunächſt hervorzuhebende, wirkliche Längerwerden der ganzen großen Axe der Mondbahn, im Gegenſatze des bloßen Wachſens der Excentricität, welches die „Evection“ charakteriſirt, und weßhalb ich oben hierher verwieſen habe, unterſcheidet die „jährliche Gleichung“ in ihrem Weſen von jener Ungleichheit, mit welcher ſie ſich, wie man leicht einſieht, übrigens vermengt: denn die „Evection“ muß (Bd. I. S. 648.), nach Maßgabe der verſchiedenen Entfernungen der Sonne von der Erde veränderlich ſeyn, ſo daß ein natürlicher Bezug zwiſchen ihr und dieſer uns jetzt beſchäftigenden „jährlichen Gleichung“ beſteht*.

Wenn wir uns jetzt aber daran erinnern, daß die, mit dem ſie umkreiſenden Monde, im Bahnpuncte der Sonnennähe ankommende Erde dort natürlich die größte-, und in der Sonnenferne dagegen die geringſte Bahngeſchwindigkeit annimmt; ſo leuchtet bald ein, daß für den Mond dagegen, durch dieſe Sonnenwirkung, gerade umgekehrt, in jenem erſteren Puncte eine Verzögerung, im letzteren aber eine Beſchleunigung ſeiner Bahnbewegung eintreten muß: denn gleichwie die Sonne den Haupt-Planeten Erde aus der geringeren Entfernung der Sonnennähe in ſeiner Sonnenbahn raſcher vorwärts treibt, eben ſo wirkt ſie dann vielmehr ſtörender, zurückhaltender, auf den Lauf des Nebenplaneten um jenen Hauptplaneten; — und im andern Bahnpuncte der Sonnenferne findet, des nämlichen Grundes wegen, offenbar auch das Umgekehrte Statt. Wir wollen uns, nach dieſen Prämiſſen, gleichwie im vorangehenden Falle, einen mittleren neben dem wahren Mond denken, und ſie beide zugleich einen Umlauf um die Erde im Augenblicke der Ankunft der letzteren etwann in jenem Puncte der Sonnennähe anfangen laſſen; was wird alſo geſchehen? der „mittlere“, nämlich vom Einfluſſe jener Sonnenſtörung frei angenommene, dadurch nicht aufgehaltene Mond, wird dem darunter leidenden wahren Monde hier voran eilen; und dieſes Voraneilen wird durch die ganze, ſolchergeſtalt als erſte angenommene Hälfte der Erd-Jahresbahn dauern, bis, im diametral entgegengeſetzten Puncte, dem der Sonnenferne,

* Dieß ſcheint ein Widerſpruch mit dem eben über „Variation“ Vorgetragenen, wo in der Conjunction, alſo in der größeren Sonnennähe des Mondes (in der Annäherung dazu), vielmehr eine Beſchleunigung ſeiner Bewegung (eine Vermehrung ſeiner Bahngeſchwindigkeit) nachgewieſen wird. Allein dort iſt von einer ſolchen Einzel-ſtellung der drei Körper: Mond, Erde, Sonne, in welchen die ſtörende Wirkung der letzteren mit der Centralkraft conſpirirt (die Perturbation nahe ſenkrecht auf dem Radius vector ausfällt), hier aber, wie geſagt, von einer Verſetzung des ganzen Erdſyſtems (der Erde mit ihrem Monde) in ein anderes Entfernungs-Verhältniß zur perturbirenden Sonne die Rede.

* Wären, um die vier hier betrachteten großen Mondungleichheiten zu reſumiren, die Mond- und die Erdbahn, ſtatt Ellipſen, Kreiſe, deren Centrum die reſpectiven Centralkörper einnähmen, ſo gäbe es weder Mittelpunctsgleichung, noch Evection, noch jährliche Gleichung, und es bliebe nur die, von dem Umſtande abhängige Variation, daß ſich nicht auch Erde und Sonne im nämlichen Centrum befinden.

wo beide Monde zuſammtreffen, das Umgekehrte, nämlich das nunmehrige Voreilen des wahren Mondes vor dem mittleren eintritt, und durch die zweite Hälfte der Erd-Jahresbahn, hin zum Ausgangspuncte der Sonnennähe, zum abermaligen Zuſammentreffen beider Monde, fortwährt. Dieß Alles ergibt ſich durch bloßes Nachdenken über die angeführte Urſache des Vorganges. Die Periode dieſer „Mondungleichheit“ iſt hiernach alſo ein anomaliſtiſches Sonnenjahr (nämlich die Zeit — vergl. Jahr, S. 800. — der Rückkehr zur ſelbigen Apſide); und die „Ungleichheit“ heißt deßwegen, im Gegenſatze der „Evection“ und „Variation“, welche in Monatsfriſt ablaufen, die „jährliche“. Es verhält ſich, wie man ebenfalls leicht einſieht, mit ihr, wie mit der Mittelpunctsgleichung des Haupt-Planeten ſelbſt; nur trägt ſie, der erklärten Natur ihrer Entſtehung gemäß, das entgegengeſetzte Zeichen: wo die wahre Erde der mittleren voraus iſt, findet ſich der wahre Mond dagegen hinter dem mittleren zurück, und vice versa. Das Extrem der Veranlaſſung dieſer Ungleichheit ferner tritt, bevorwortetermaßen, zwar in den Apſiden unmittelbar ein; unſerm, aus dieſem Grunde, ſo ſorgfältig hervorgehobenen Principe zu Folge, hat aber deßwegen nicht eben auch gleich dort das Maximum der Wirkung Statt: bei der von uns gewählten Folge fährt vielmehr der mittlere Mond ſo lange fort, Vorſprung vor dem wahren zu gewinnen, bis beider Geſchwindigkeiten gleich zu werden anfangen, welches alſo auf der Hälfte des Weges der Erde um die Sonne, zunächſt von der Sonnennähe zur Sonnenferne, oder bei 90° (III Zeichen) Anomalie (der Erde) erfolgt, wo ſich das (erſte) Maximum der „jährlichen Gleichung“ (die Summe* der bis hierher, bei den einzelnen Umläufen, Statt gefundenen Voreilungen des mittleren vor dem wahren Monde) mit (vergl. Bd. I. S. 649.) 11′ ergibt, welche der mittlere Mond hier an berechneter Länge in der Bahn vor der beobachtungsgemäßen wahren Mond-Länge voraus hat, und welche hier demnach als „jährliche Gleichung“ von jener mittleren Mondbahnlänge abgezogen werden müſſen (als Correction das — Zeichen führen), um ſie in dieſe wahre zu verwandeln. In der zweiten Hälfte der Bahn der Erde, von der Sonnenferne zur Sonnennähe, tritt für den Mond in ſeiner Bahn, in ähnlicher Art, bei 270° (IX Zeichen) Anomalie, ein (zweites) Maximum der „jährlichen Gleichung“ mit 11′ ein, welche 11 Minuten aber, wie man, ohne daß ich nöthig hätte, dieß erſt nochmals beſonders zu erklären, hier gegentheils der mittleren Länge des Mondes hinzugerechnet (ihr mit dem + Zeichen beigefügt) werden müſſen, um, ſo weit es von dieſer „Ungleichheit“ abhängt, den wahren (den beobachtungsgemäßen) Ort des Mondes in ſeiner Bahn zu haben. — In Ihren Mondtafeln finden die Leſer für dieſe Correction den Ausdruck:

Jährliche Gleichung = — 11′. sin mittlere** Anomalie der Erde, welcher ſich auch wiederum an ben beiden von uns hervorgehobenen Fällen des Maximums bewährt, in denen wir, bei resp. 90 und 270° (mittlerer) Anomalie (der Erde)*** — 11′ und + 11′ dafür gefunden hatten, der Sinus von 90° aber in der That = + 1 und von 270° dagegen = — 1 iſt (+ 1. — 11′, wie ich erinnern darf, aber — 11′ gibt).

Hiermit kann ich meine Betrachtungen über die „jährliche Gleichung“, und alſo über die vier großen „Mondungleichheiten“, unter denen wir ihr, als der numeriſch kleinſten, den letzten Platz angewieſen hatten, überhaupt ſchließen, und muß, bevorworte-

* Die „Summe,“ denn bei jedem einzelnen Umlaufe iſt die, durch dieſe „jährliche Gleichung“ veranlaßte Differenz zwiſchen mittlerer und wahrer Monds-(Bahn-)Länge nicht bedeutend.

** „Mittlere,“ wie man ſich beim Argumente (vergl. oben) auf ſolche mittlere Werthe bezieht.

*** Alſo im März und September, indem ſich der Planet Erde im Januar in ſeiner Sonnennähe, im Juli in ſeiner Sonnenferne befindet; — ich komme unten hierauf zurück.

termaßen, nun auch noch auf die „kleineren Ungleichheiten“ (Störungen) des Mondlaufes kommen. Denn die, ſomit bis jetzt nachgewieſenen entſprechenden vier Correctionen des mittleren Mondortes würden doch meiſtens immer nur erſt noch ein, der nachherigen wirklichen Beobachtung des wahren Mondortes nur nahe kommendes Reſultat geben. Man ſieht Dieß auch leicht ein: die bezeichneten Störungen ſtören ſich natürlich gegenſeitig ſelbſt wieder; bei jeder andern Stellungs-Combination der drei auf einander wirkenden Körper: Mond, Erde (letztere namentlich auch in ihrer abgeplatteten Geſtalt, auf welche deßwegen ſchon Eingangs hingewieſen iſt, und auf welche ich gleich näher komme), Sonne, treten andere Beziehungen ein; — und wenn auch die Behandlung und Darſtellung ihrer Allgemeinheit, welche Darſtellung wir ebenfalls gleich Eingangs dieſes Vortrages als das Problem der drei Körper bezeichnet und in einen beſondern Artikel verwieſen haben, die Kräfte der Analyſis überſteigt: ſo gelingt es der Gravitationstheorie doch, noch eine große Menge daher entſtehender, zwar minder wichtiger, gleichwohl aber nicht vernachläßigbarer Störungen des Mondlaufes nachzuweiſen, welche wir eben deßwegen mit dem Namen der „kleineren“ Mondungleichheiten belegen. In die Betrachtung ihres Details darf ich mich jedoch nicht vertiefen: die Leſer erhalten einen hinreichenden Begriff von der Complication dieſer Entwicklung, wenn Sie Ihre Mondtafeln, oder andere dieſen Gegenſtand ausführlicher behandelnde Werke, z. B. Littrow's, des verewigten Wiener Aſtronomen, „Vorleſungen über Aſtronomie“. Wien. 1830. 2 Theile gr. 8., wo er mir ſehr gut behandelt ſcheint, II. 51. vergleichen, in welchen Sie die wahre Länge des Mondes in ſeiner Bahn, mit Bezug auf ſeine mittlere, durch eine aus zwei und zwanzig Gliedern beſtehende Gleichung ausgedrückt finden, von denen nur einige die oben nachgewieſenen vier großen Correctionen (der „Mittelpunctsgleichung“, „Evection“, „Variation“, und „jährlichen Gleichung“), die übrigen aber ſämmtlich ſolche „kleinere Mondungleichheiten“ betreffen.* Nur eine derſelben, ſoweit ſie hiernach die Länge des Mondes in ſeiner Bahn angeht, und welche die Leſer öfter unter dem Namen der „parallaktiſchen“ erwähnt finden, eine Benennung, die Sie befremden könnte, will ich hier hervorheben: ſie führt dieſen Namen, weil ihr numeriſcher Coefficient die Sonnen-„Parallaxe“ (oder doch wenigſtens eine Function derſelben) iſt, wobei ſie von der Elongation (der wahren Winkeldiſtanz von der Sonne) des Mondes (E), welche alſo ihr Argument bildet, abhängt. Nennt man demnach jene „Parallaxe“, in der Abſicht, dieſelbe auf dieſem Wege abzuleiten, x, und hat man für die Gleichung den Beobachtungswerth b ermittelt; ſo wird, um den einfachſten Begriff von der Behandlung zu geben, b = Ex.

Laplace („Exposition du Système du Monde“. 4te Aufl. II. 87.) hat ſich beſonders mit dieſer Gleichung beſchäftiget, und vermittelſt derſelben die Parallare der Sonne auch in der That, gerade von demſelben Betrage, wie wir im Art. Durchgang, S.242. gefunden.**

* Gleichwohl weichen die Mondtafeln ſelbſt in dieſer Ausdehnung häufig noch mehr oder weniger bedeutend vom Himmel ab. Der bekannte ruſſiſche Seefahrer Kruſenſtern unter Andern bringt (vergl. unten) in ſeiner „Reiſe um die Welt,“ Berlin 1811. 2 B. 12. II. 181, ein auffallendes Beiſpiel ſolcher Abweichungen bei. — Ich will damit nur gleich nochmals auf die unſäglichen Schwierigkeiten der Mondtheorie hindeuten, welche durch gleich unſägliche Bemühungen noch nicht zur Vollkommenheit hat gebracht werden können.

** Ich finde dieſelbe dort nämlich, nach der gewöhnlichen Sexageſimaltheilung des Kreiſes, in 90° (und alſo in 90 . 60 . 60 = 324000″) = 8″, 57; Laplace, nach der Decimaltheilung, indem er (vergl. Grad) dem Quadranten 100°, dem Grade 100′, der Minute 100″ gibt, 26″,51; — man hat aber in der That, wenigſtens ſehr nahe, 324000 : 1000000 = 8″,57 : 26″,51. Ein ſtrengeres rechnendes Detail in der „Mécanique céleste.“ III. 282 sqq.

— Ich zeichne dieſe Uebereinſtimmung nicht ohne Grund ſo ſehr aus: es kann den Leſern nicht anders als höchſt angenehm ſeyn, die Angabe eines ſo wichtigen und dabei ſo äußerſt delicaten Elementes auf den verſchiedenſten Wegen erprobt zu finden, und dadurch für die Innigkeit Ihrer Ueberzeugung eine Beſtätigung zu gewinnen, von der ich wünſche, daß Sie ſie, gleich mir, als unſchätzbar betrachten mögen.

Auſſerdem aber muß ich eine, die Breite des Mondes (ſeinen Abſtand von der Ebene der Ekliptik, die Erhebung ſeines Mittelpunctes über oder Senkung unter dieſe Ebene), betreffende ſolche „kleinere Ungleichheit um ſo mehr anführen, als ſie von der ſphäroidiſchen Geſtalt (Abplattung) des Erdkörpers, worauf ich in dieſem Bezuge hier zurückkommen wollte, abhängt, weßhalb ſie auch den Namen der „ſphäroidiſchen“ führt. Ich habe derſelben vorläufig ſchon im eben genannten Art. Abplattung, S. 25. Erwähnung gethan, und bemerke mit Verweiſung dort hin, darüber hier nur noch, daß die Behandlung der, dieſe Mondſtörung betreffenden Gleichung, in ähnlicher Art, wie ich Dieß eben für die Sonnen-Parallaxe nachgewieſen habe, die Größe der „Abplattung“, in nicht weniger naher Uebereinſtimmung mit den, durch andere Methoden gewährten Reſultaten, = $1/305$* gibt.

Noch gehört endlich, wenn von der ſcrupulöſeſten Genauigkeit bei Beſtimmung des allaugenblicklichen wahren Mondortes am Himmel die Rede iſt, die Betrachtung einer „Ungleichheit des Mondes“ hierher, welche ich auch ihrer anderweiten Merkwürdigkeit wegen nicht übergehen darf, ich meyne die ſtete Beſchleunigung der mittleren Bewegung dieſes Geſtirns.

Wir haben nämlich als ein Grundgeſetz aller Himmelsmechanik (vergl. d. A. S. 776.) die Unveränderlichkeit der großen Axe der elliptiſchen Bahnen ſowohl der Haupt- als der Neben-Planeten, und alſo der davon abhängigen (mittleren)* Umlaufszeiten kennen gelernt. Um ſo mehr mußte es demnach überraſchen, als die neuere Aſtronomie bei Vergleichung ihrer Beobachtungen mit den älteſten auf uns gekommenen Beobachtungen der Araber, Griechen und Chaldäer, die Ueberzeugung erhielt, daß gleichwohl die mittlere Dauer des Mondumlaufes (des Monates, und zwar, da ſich die Monate — vergl. d. A. — gegenſeitig bedingen, des einen wie des andern) ſeit jener älteſten Beobachtungen eine ununterbrochene Verkürzung erfahren habe: dieſe Verkürzung iſt zwar für den Einzel-Monat kaum bemerkbar; derſelbe war vor 2000 Jahren nur um etwann $1/2$ Secunde länger**, als jetzt; — allein in der Summe wird dieſe Verkürzung doch ziemlich merklich; und ein, von Lalande, um 1750, nach heutiger Mondbewegung für das Jahr 300 vor Chriſtus berechneter Mondort zeigte ſich, in Folge dieſes Umſtandes von der (auf uns gekommenen) damaligen Beobachtung, um über 1° verſchieden.***

* Dieß heißt alſo: die Betrachtung dieſer Ungleichheit lehrt, daß der durch ſeine Gravitation den Mondlauf regelnde Hauptplanet Erde dabei auf den Nebenplaneten nicht nach Art eines Körpers von reiner Kugelgeſtalt, ſondern vielmehr wie ein „Sphäroid“ wirkt, deſſen (vergl. wieder Abplattung) kleiner (der polare) Durchmeſſer nur 304 von den 305 gleichen Theilen enthält, in welche man ſich den größeren (den äquatorealen) Durchmeſſer getheilt denkt. — Leſer, die den unendlich intereſſanten Gegenſtand analytiſch weiter verfolgen wollten, verweiſe ich nochmals an Laplace, l. c.

* „Mittleren“; denn periodiſchen Aenderungen ſind dieſe Axen, und alſo die davon abhängigen Umlaufszeiten allerdings unterworfen. Lagrange, l. c.: „Les grands axes sont invariables, lorsqu'on fait abstraction des inégalités *périodiques*.“

** Die große Axe der Bahn des Mondes um die Erde verkürzt ſich in 100 Jahren nur um etwann 9 Fuß, und die damals um $1/2''$ längere Umlaufszeit kann alſo auch nur in dieſem geringen Verhältniſſe kürzer werden.

*** Laplace l. c. gibt für die dadurch nöthig werdende Correction den Ausdruck

Um die Aufklärung dieſes überraſchenden Widerſpruches zwiſchen einem ſonſt allgemeinen Himmelsgeſetze und der Ausnahme, die der einzige Erdmond davon zu machen ſchien, haben ſich die größten Geometer des vorigen Jahrhunderts, welche, wie geſagt, die Entdeckung gemacht hatten, lange vergeblich bemühet, bis es endlich Laplace („Mém. de l'Académie de Paris“ für 1786. „Exposition du Système du Monde“. II. 72.) gelang, den Grund der alſo ſeit Jahrtauſenden zunehmenden „Beſchleunigung der mittleren Mondbewegung“ in einem, mit der Sonnenwirkung verbundenen Einfluſſe der Veränderung der Excentricität der Erdbahn auf dieſes Geſtirn, zu finden. Wir haben uns aber (Himmelsmechanik, S. 777.) aus dem Stabilitäts-Princip des Univerſums überzeugt, daß die Excentricitäts-Veränderungen zwar an gleich lange Perioden gebunden, demgemäß jedoch nur immer periodiſch ſind; und es muß alſo, mit dieſer Rückkehr der Excentricität der Erdbahn zu einem urſprünglichen Mittelwerthe, auch die Mondbewegung wieder einen ſolchen urſprünglichen Mittelwerth erlangen (oder, um, l. c., noch beſtimmter im Sinne des „Stabilitäts-Princips“ zu reden: die gegenwärtig Statt findende Abnahme der Excentricität [vergl. d. A. S. 406.] der Erdbahn, und mit ihr alſo der mittleren Dauer des Mondumlaufes, wird ſich, nach andern Jahrtauſenden, in eine ähnliche allmälige Wiederzunahme verwandeln, dergeſtalt, daß nur ein Oscilliren um einen mittleren Werth in unüberſteiglichen Grenzen Statt hat. — (Erhabenes Geſetz — vergl. den 1. Band unſeres Werkes, S. 1027. — der Himmels-Architektonik!).

$10'' \cdot t^2$, wo t die Anzahl der verſtrichenen Jahrhunderte bedeutet, welche für die angegebene Zeit (1750 + 300 = nahe 2000) alſo etwann 20 betrug; $20^2 = 400 \cdot 10''$ geben aber in der That ($1^0 = 3600''$) den obigen Betrag, welcher dem ſolchergeſtalt berechneten Mondorte hinzugefügt werden müßte, um ihn in den ſo viel früher beobachteten zu verwandeln.

Nur erſt durch alle dieſe Betrachtungen und Forſchungen, um nun zum Geſchichtlichen überzugehen, iſt man denn aber endlich mit den Geſetzen des Mondlaufes, namentlich mit ſeinen zahlloſen „Ungleichheiten,“ inniger vertraut geworden. Die Schwierigkeiten dieſer Ermittlung waren aber auch bereits dem Alterthume ſehr wohl bekannt; und ſchon Plinius d. Naturaliſt (Hist. nat. Lib. II. cap. 9.) klagt, daß man die Bewegung des nächſten Geſtirns noch ſo wenig erforſcht habe. Gleichwohl kannte man, der älteren, im Art. Mond, mit Verweiſung hierher, beigebrachten Bemühungen nicht erſt nochmals zu erwähnen, zu Plinius Zeit (im 1ſten Jahrhunderte nach Chriſtus) ſchon die, von dem großen Griechiſchen Aſtronomen Hipparch faſt 2 Jahrhunderte früher entdeckte Excentricität und damit die „Mittelpunctsgleichung der Mondbahn“. Allein freilich erſt viel ſpäter (im 2ten Jahrhunderte nach Chriſtus), fand Ptolemäus (biograph. Notizen über ihn in Weltſyſtem), daß dieſe Eine Correction noch nicht hinreiche, um den mittleren (den danach vorher berechneten) Mondort mit dem wahren (dem beobachtungsgemäßen) in Uebereinſtimmung zu haben, und daß es dazu derjenigen zweiten Correction bedürfe, welche wir unter dem Namen der „Evection“ vorn ausführlich erklärt haben *. Hätte Ptolemäus ſich nicht begnügt, den Mond nur in den vier Hauptpuncten ſeiner Bahn: den beiden Syzygien und den beiden Quadraturen, zu beobachten, und hätte er dieſe Beobachtungen vielmehr gleichfalls auf die Octanten ausgedehnt; ſo würde Er auch die dritte große „Mondungleichheit“, die „Variation,“ entdeckt haben. So aber blieb dieſe Ehre, nach ſo vielen Jahrhunderten, erſt dem Däniſchen Aſtronomen Tycho Brahe († 1601) aufbehalten **, welcher darüber in einem An-

* Das Ausführliche hierüber in Ptolemäus großem Werke, dem „Almageſt,“ von welchem ich die deutſche Bearbeitung, welche die meiſten meiner Leſer doch vorziehen werden, zu Schluſſe des vorangehend. Art. Mond angeführt habe.

** Wenigſtens hat man dieß lange ange-

hange: „De mundi aetherii recentioribus Phaenomenis“ zu ſeiner „Astronomiae instauratae Pragymnasmata. Wandesburgi. 1598. Fol. Rechenſchaft ablegt. Nicht weniger finden ſich über die „jährliche Gleichung“, als die vierte und letzte der von uns aufgezählten „großen Mondungleichheiten“, bereits Andeutungen in demſelben Werke Tycho's; die nähere Bezeichnung war aber, nachdem auch Kepler ſchon Gedanken darüber geäußert hatte, einem (für die Wiſſenſchaft zu früh, im 22ten Lebens-Jahre, 1641.) verſtorbenen Engliſchen Aſtronomen Jeremias Horreckes (Horoccius) vorbehalten, welcher in ſeinen, 1678 zu London erſchienenen Werken näher von dieſer Störung * handelt.

Alle dieſe Entdeckungen über die Beſchaffenheit des Mondlaufes und ſeine Ungleichheiten waren jedoch nichts als Empirie, bis Newton durch Darlegung ſeiner Gravitations- (vergl. d. Art.) Theorie das allgemeine Princip angab, auf welches ſie ſich zurückführen laſſen, und auch die meiſten derſelben daraus genügend ableitete, wiewohl der damalige Zuſtand der Analyſis eine Allgemeinheit ſolcher Erklärung noch nicht geſtattete. Gregory, Profeſſor der Mathematik zu St. Andrews in Schottland (geſt. 1675) in ſeiner „Astron. geometr. et phys. Elementa“ (Genfer Ausg. 1726. S. 322) gab nach dieſer Newton'ſchen Theorie Data zu Mondtafeln, wie ich ſolcher „Tafeln“ wegen in den vorangehenden Artikeln hierher verwieſen habe, welche nach ſeiner Behauptung nicht über 2 Minuten vom Himmel abweichen ſollten; und Halley (der uns mehrfach bekannt gewordene Zeitgenoß und Freund des großen Newton in ſeiner 1759 von Lalande herausgegebenen Arbeit über dieſen Gegenſtand), gleichwie nach ihm der Petersburger Aſtronom Euler („Theoria motus Lunae.“ Petrop. 1753. 4.) begründeten darauf dergleichen Mond-

nommen. In einem Aufſatze jedoch: „Nouvelles recherches sur l'histoire de l'Astronomie chez les Arabes“ („Nouveau Journal Asiatique,“ Jahrg. 1836), wird die Ehre der Entdeckung der „Variation“ vielmehr dem arabiſchen Aſtronomen Abul Wefa (in Bagdad um 980) revindicirt.

* Lalande: „Astronomie,“ §. 1453, macht hierbei eine Anmerkung, welche mir zu lehrreich (gleichſam ein Résumé meines ganzen Vortrages) zu ſeyn ſcheint, als daß ich ſie nicht hier noch beibringen ſollte. „Pour comprendre,“ ſagt Er nämlich, „comment il a été possible à *Tycho*, *Kepler*, *Horaccius*, de découvrir *l'équation annuelle*, on n'a qu'à faire attention, qu'il ne s'agissoit que de calculer plusieurs lieux de la Lune, ou plusieurs observations d'éclipses en *différens tems de l'année* sur les tables où l'on employoit déjà l'équation de l'orbite, l'évection et la variation; tous ces calculs *s'accordoient* avec les observations au mois de *Janvier* et au mois de *Juillet*; — mais ils s'en écartoient constamment d'abord au mois de *Mars*, et ensuite au mois de *Septembre* (welche Monatsbeſtimmungen ich daher oben mit Verweiſung hierher hervorgehoben habe) en sens contraire. Cela suffisoit pour faire voir, qu'il y avoit une inégalité attachée à l'équation de l'orbite solaire, et qui étoit à son *maximum* toutes, les fois que le Soleil (die Erde) étoit dans ses moyennes distances. Cette *équation annuelle* est la *plus grande dans les distances moyennes* du Soleil, quoiqu'elle *dépende du plus grand et du plus petit éloignement*, par la même raison que l'équation de l'orbite est nulle dans les apsides et la plus grande dans les moyennes distances. Aussitôt que la vitesse actuelle cesse d'excéder la vitesse moyenne (et vice versa), la somme des excès accumulés jusqu'alors, c'est à dire, l'équation totale, se trouve la plus forte, et elle est à son *maximum*; cette équation provenant de l'excès de la vitesse (moyenne sur la vraie, où vraie sur la moyenne) doit augmenter sans cesse tant que l'une surpasse l'autre, quelque petite que soit la différence.“ — Dieß iſt, wie geſagt, eine ſchöne Zuſammenſtellung deſſen, was ich oben als leitendes Princip unſerer geſammten Betrachtungen über ſolche Gleichungen entwickelt habe.

tafeln, die aber noch immer viel zu wünſchen übrig ließen.

Endlich überwand der große Göttingen'ſche Aſtronom Tobias Mayer, angefeuert durch die Auszeichnungen (Preiſe), welche das engliſche Parlament für Darſtellung vervollkommneterer Mondtafeln verheißen hatte,* alle Schwierigkeiten, und brachte die, ſchon im eben citirten Art. Länge zur See erwähnten „Mondtafeln“ zu Stande, nach denen man durch dreizehn verſchiedene Reduktionen den allaugenblicklichen wahren Mondort am Himmel (z. B. ſeinen [ſeines nächſten Randes] kürzeſten Abſtand von der Sonne [ihrem nächſten Rande], oder von einem namhaft gemachten Fixſterne) angeben kann, ohne einen, 1 Minute überſteigenden Fehler befürchten zu dürfen. Mayer ſendete eine Darlegung des Berechnungsmodus nach England ein, ſtarb jedoch, angeführtermaßen, darüber, und erſt ſeine Erben erhielten, nachdem man ſich durch mannigfache Proben von der Richtigkeit überzeugt hatte, einen Theil des ausgeſetzten Preiſes. Hiernächſt wurden dieſe Mayer'ſchen Mondtafeln zuerſt in London durch den Druck veröffentlichet, worauf Lalande, P. Hell (wir kennen ihn aus B. I. S. 241) weitere Ausgaben davon beſorgten; meinen Leſern wird der Abdruck im 2. Bande der ſehr verbreiteten „Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln“ am zugänglichſten ſeyn.

Seitdem aber bemüheten ſich die ausgezeichnetſten Analyſten Europas um immer weitere Ausbildung der Mondstheorie, als eine der würdigſten Aufgaben der geſammten Aſtronomie,* und namentlich gelang es Laplace, in ſeinen ſchon oben angeführten Werken, allen Empirismus der Mondortberechnung (woran Mayer's Tafeln noch nicht ganz frei ſind) zu beſeitigen, und den Cauſalzuſammenhang zwiſchen den „Mond-Ungleichheiten und dem Principe der Gravitation ſo befriedigend nachzuweiſen, daß ſeine Mondberechnungen vom Himmel nicht über 10 Secunden abweichen ſollen. Nach den dabei zu Grunde liegenden Formeln ſind die, 1806 durch das franzöſiſche National-Inſtitut herausgegebenen Mondtafeln von Bürg** conſtruirt, an welche ſich Burckharts (des deutſchen, aber als franzöſiſcher Bürger nationaliſirten Aſtronomen), ſchon im Art. Mond erwähnte „Tables de la Lune“ (Paris 1812) anſchließen; doch laſſen auch dieſe noch Fehler von $\frac{2}{3}'$ (ich habe oben eine ſolche Beobachtung von Kruſenſtern angeführt); — und die Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften ſetzte daher im Jahre 1820 einen Preis auf eine nochmalige Bearbeitung der Theorie des Mondlaufes mit ſeinen „Ungleichheiten,“ bei welcher, mit einziger Ausnahme der natürlich nur vermit-

* Ich habe nämlich im Art. Länge zur See, allwo ſich S. 26 auch die biographiſchen Notizen über unſern Tobias Mayer finden, die Vortheile auseinandergeſetzt, welche von ſolchen vollkommneren Mondtafeln für Beſtimmung der „Länge zur See,“ alſo für den Seefahrer erwartet werden dürfen, und welche das engliſche Parlament zur Verheißung der oben angedeuteten Auszeichnungen beſtimmt hatten. Es wurden durch die betreffenden Acte (1714) für Mondtafeln von ſo weit getriebener Genauigkeit, daß jene Länge daraus bis auf 1° (Irrthum) zu beſtimmen ſey, 10000 Pfund, bis auf $\frac{2}{3}^\circ$ 15000, und bis auf $\frac{1}{2}^\circ$ 20000 Pfund ausgeſetzt. Mayer ſtarb indeß, wie l. c. näher erwähnt iſt, darüber, und erſt ſeine Erben erhielten einen Theil jenes Preiſes (3000 Pfund).

* Der religiöſe Einfluß der Aſtronomie iſt die ſchönſte Frucht dieſer erhabenen Wiſſenſchaft; handelt es ſich aber um ihren Nutzen für das bürgerliche Leben, ſo hat ſie dem letzteren in der Vervollkommnung des Kalenders und in der Sicherung der Schifffahrt durch vervollkommnete Mondtafeln zu genauer Beſtimmung der Länge zur See gewiß die größten Dienſte geleiſtet. Dieſer Geſichtspunct iſt auch in den beiden Artikeln aufgeſtellt; ich muß denſelben aber hier nochmals ganz beſonders hervorheben.

** **Bürg** (Joh. Tobias), geb. zu Trier 1766 von armen Eltern, unterſtützt jedoch von Gönnern, deren Aufmerkſamkeit durch ſein ſchönes Talent auf ihn gezogen worden war, 1792 Aſtronom der kaiſerlichen Sternwarte zu Wien, nach Verluſt ſeines Gehörs aber zurückgezogen in das Privatleben und kürzlich geſtorben.

telſt unmittelbarer Beobachtung beſtimmbaren Elemente der Bahn (vergl. d. Art.), alles Uebrige ſchlechterdings nur durch Anwendung der verfeinertеſten Kunſtgriffe der neueſten Analyſis auf das Princip der Gravitation (oder, vergl. vorn, im engeren Sinne auf das „Problem der drei Körper") hergeleitet ſeyn ſollte. Zwei Arbeiten, die eine gemeinſchaftlich von den beiden italieniſchen Aſtronomen Carlini und Plana, die andere von dem großen franzöſiſchen Analytiker Baron von Damoiſeau, wurden des Preiſes gleich ſehr würdig befunden; und auf dieſe letztere ſind dann die Mondtafeln:

„Tables de la Lune, formées par la seule théorie de l'attraction. Par M. le baron de *Damoiseau.*" Paris 1828. Fol.,

begründet, von denen nach mehrfachen, ſorgfältigen Prüfungen behauptet wird, daß ſie „zur gänzlichen Vollkommenheit nur wenig zu wünſchen übrig laſſen;" eine Behauptung, welcher ich ſchließlich nur noch die Bemerkung hinzuzufügen habe, daß gleichwohl der deutſche Aſtronom Hanſen indeß (1838) noch „Fundamenta nova investigationis orbitae verae, quam Luna perlustrat" (liegt mir nur auszüglich vor) hat erſcheinen laſſen, darin er ſich höchſt ſcharfſinniger, ganz von den früheren abweichender Methoden bedient, in deren Gemäßheit abermals neue Mondtafeln von ihm verſprochen wurden, welche jedoch noch nicht erſchienen ſind.

Die Literatur der Theorie des Mondlaufes (der „Mond-Ungleichheiten," wie wir dieſen Artikel benannt haben) ſchließlich anlangend, ſo kann man ſich ſchon aus den vorangehenden Citationen einen Begriff von ihrer Reichhaltigkeit machen. Leſer, welche ſich mit meinem Vortrage nicht begnügen wollen, verweiſe ich zunächſt an Lalande „Astronomie," Livre VII. „Des inégalites de la Lune," wo ſich der ſchwierige Gegenſtand mit der, dieſen Auctor auszeichnenden ſchönen Klarheit behandelt findet. Eine ſehr überſichtliche Zuſammenſtellung gewährt ferner Mädler in ſeiner vielfach angeführten „Selenographie," wogegen in tiefere analytiſche Unterſuchungen Laplace in der ebenfalls ſchon namhaft gemachten „Mécanique céleste" eingeht, zu welchem Werke die „Exposition du Système du Monde" einen nützlichen Commentar bildet. Außerdem finde ich eine mir nicht weiter bekannte „Théorie des mouvements de la Lune" Turin. 3 B. 4., von dem obigen italieniſchen Aſtronomen Plana erwähnt, und der ſo eben erſchienene 4. Band von Pontécoulants „Théorie analytique du Système du Monde" ſoll auch nur der Mondtheorie gewidmet ſeyn. Gedrängter iſt die analytiſche Behandlung in Bohnenbergers (von mir ſehr hochgehaltener) „Aſtronomie." Tübingen 1811. gr. 8. S. 541 ff., ganz vortrefflich aber in dem noch compendiöſeren Werke des ſcharfſinnigen Leipziger Aſtronomen Möbius „Die Elemente der Mechanik des Himmels," Leipzig 1843, welche ausgezeichnete Arbeit in ihrer Kürze (nur 313 Seiten 8.) gleichwohl kaum etwas Weſentliches vermiſſen laſſen dürfte. Der wackere Jahn endlich (öffentlicher Lehrer der Aſtronomie und Mathematik zu Leipzig) in ſeiner „Geſchichte der Aſtronomie des laufenden Jahrhunderts bis Ende 1842" (Leipz. 1844. gr. 8.) trägt die Sache unter dem hiſtoriſchen Geſichtspuncte weitläuftiger vor, als ich dieß aber gedurft habe; — und mit der Empfehlung namentlich dieſer beiden letzteren Werke kann ich denn nun den wichtigen Vortrag über „Mond-Ungleichheiten" beendigen.

Morgen, Morgengegend; Oriens, Plaga orientalis; *Orient*, Est. Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, wo die Geſtirne aufgehen; ſie ſteht dem Beobachter, wenn er ſein Geſicht gegen Süden kehrt, zur Linken. — Dieſer vagen Erklärung des mehr im gemeinen Leben, als in der Wiſſenſchaft gebräuchlichen Ausdruckes gemäß faßte der „Morgen" die ganze, auf der Oſtſeite des Meridians zwiſchen Süd und Nord liegende Hälfte des Horizonts. Schärfer beſtimmt wird der Begriff im gleich folgenden Artikel Morgenpunct.

Eben ſo vage iſt die andere, ſtatt wie hier auf den Raum, vielmehr auf die Zeit bezügliche gemeine Bedeutung von:

Morgen, Morgenzeit; Mane, Tempus matutinum; *Matin*, — womit man die ungefähre Zeit des Sonnenaufganges

mit Inbegriffe der Stunden bis gegen Mittag hin bezeichnet.

Morgenpunct, Oſtpunct; Oriens; *Orient,* Levant, Est. Der Durchſchnittspunct des Aequators mit dem (mit jedwedem* beſondern) Horizonte an derjenigen Stelle des Himmels, an welcher die Geſtirne aufgehen. Er iſt einer von den vier Haupt- oder Cardinalpuncten (vergl. d. A.), durch welche im Horizonte die Hauptgegenden — ſ. auch Weltgegenden — beſtimmt werden; und bezeichnet alſo (vergl. den vorangehenden Art.) eigentlicher den „Morgen,“ die „Morgengegend.“ Die Schiffer nennen ihn Oſt oder Oſten.** Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die Morgengegend, und man ſagt von demjenigen, was ſich in dieſer Gegend zuträgt, „es geſchehe gegen Morgen.“ An den Tagen der Nachtgleichen (um den 21. März und 23. September), und an denen die Sonne alſo im Aequator ſteht, geht ſie „jedwedem beſondern“ Horizonte in „ſeinem“ Morgenpuncte* ſelbſt (oder, indem ſie ihre Abweichung bald etwas ändert, doch wenigſtens in großer Nähe) auf; an den übrigen Tagen des Jahres ſtehen die Puncte des Horizonts, in welchen der Sonnenaufgang erfolgt, von dieſem wahren oder eigentlichen Morgenpuncte (um die Morgenweite, vergl. d. A.) ab, und fallen bei uns (d. h. in der nördlichen Halbkugel) im Sommer weiter gegen Mitternacht, im Winter weiter gegen Mittag (die Sonne beſchreibt im erſteren Falle nördliche, im zweiten aber ſüdliche Parallelen mit dem Aequator). Am längſten und kürzeſten Tage ſind die bezeichneten (Sonnen-Aufgangs-) Puncte des Horizontes am weiteſten (aber wie, von kleinen Verſchiedenheiten der Abweichungs-Veränderung abgeſehen, an entſprechenden Tagen immer gleich weit) vom „Morgenpuncte“ entfernt (die „Morgenweite“ iſt die größte), und führen dann bisweilen den Namen des Sommer- und Winter-Morgenpunctes (Orient d'été, Orient d'hyver). Für Leipzig z. B. ſtehen dieſe Puncte: der „Sommer-Morgenpunct“ 39° 40′ nördlich, der „Winter-Morgenpunct“ (vergl. die dem Art. Morgenweite beigegebene Figur) eben ſo weit ſüdlich vom wahren Morgenpuncte ab.

* Verſinnlichen wir uns die Kugel-Oberfläche des Erdkörpers: jeder Beobachter hat ſeinen eigenen Horizont; alle dieſe Horizonte halbiren zwar, als größte Kreiſe, den größten Kreis des Aequators; die Durchſchnittspuncte, der obige „Morgen“- (und „Abend“-) Punct (vergl. letzteren beſondern Art.) liegen aber für einen jeden anders. — Man findet ſich, und dieß veranlaßt mich eben zur gegenwärtigen Auseinanderſetzung, bei dieſen Durchſchnittspuncten des Horizonts mit dem Aequator, an die Durchſchnittspuncte der Ekliptik mit dieſem letzteren (die „Aequinoctialpuncte“ erinnert, welche aber, im Gegenſatze jener, wie geſagt, für jeden Horizont verſchiedenen, etwas Allgemeines ſind (vergl. hinten).

** Ueber die Etymologie (vergl. auch d. A. Mittag, Mittagsgegend), wenn man ſich nicht auf das franzöſiſche „Est“ beziehen will, weiß ich nichts Näheres zu ſagen. Dagegen unterſcheidet man oft zwiſchen „Oſt“ und „Oſten,“ indem man unter „Oſt“ die Morgengegend überhaupt, unter „Oſten“ aber den, dem Sprechenden öſtlich gelegenen Theil der Erdkugel verſteht.

Morgenröthe; Aurora; *Aurore.* Die rothe Farbe, welche ſich um die Zeit des Sonnen-Aufganges am Himmel (an den Wolken) zeigt, und welche beim Sonnen-Untergange als Abendröthe (vergl. d. beſondern Art.) oft noch ſchöner bemerkt wird. Da der Grund der Erſcheinung alſo in beiden Fällen unzwei-

* Dürfte alſo, weßhalb ich in der vorangehenden Anmerkung eben hierher verwieſen habe, angenommen werden, daß die Sonne an dieſen beiden ganzen Tagen im Aequinoctialpuncte verharre, und demnach bei der ſcheinbaren Tagesbewegung mit demſelben auch den ganzen Aequator durchlaufe, ſo würde ſothaner Punct an dieſen Tagen natürlich allmälig mit allen den oben bezeichneten, zwar verſchiedenen, aber doch ſämmtlich im Aequator enthaltenen Morgenpuncten zuſammentreffen.

ſelhaft ganz der nämliche iſt, ſo darf ich zur Vermeidung ſolchergeſtalt unnützer Weitläuftigkeiten auf das im letzteren Artikel darüber Geſagte hindeuten. Eigentlicher gehört der Gegenſtand ohnedieß in das Gebiet der irdiſchen Meteorologie, mit welcher die Aſtronomie nur beziehungsweiſe zu ſchaffen hat. Leſer indeß, die ihn verfolgen wollen, verweiſe ich auf den, vom verewigten Leipziger Aſtronomen Brandes für die viel citirte neue Ausgabe von Gehler's „Phyſikaliſches Lexikon“ verfaßten, obigen Art. Abendröthe.

Morgenſtern; Phosphorus, Lucifer; *L'étoile du matin* oder matinière. Ein Beiname, welchen Venus (ſ. d. A.) führt, wenn ſie ſich nach ihrer untern Conjunction mit der Sonne weſtlich von derſelben befindet, und ihr alſo bei der Tagesbewegung voran- (Morgens vor ihr auf-) geht. — In der entgegengeſetzten Stellung heißt dieſer Planet bekanntlich Abendſtern (vergl. den beſondern Art.).

Morgenweite; Amplitudo ortiva; *Amplitude ortive* oder orientale. Die „Morgenweite“ eines Geſtirns iſt, wie ſchon im Art. Morgenpunct mit Verweiſung hierher bemerkt worden, der zwiſchen dem jedesmaligen Aufgangspuncte eines Geſtirns und dem „wahren Morgenpuncte“ (dem Durchſchnittspuncte des Aequators mit dem Horizonte) enthaltene Bogen des Horizonts: ſie iſt das für den Aufgang der Geſtirne, was die Abendweite für den Untergang abgibt. Ich habe in dieſem letzteren beſonderen Artikel die Beibringung des betreffenden Formel-Ausdruckes noch abgelehnt; da derſelbe aber doch nur eine ſehr einfache Conſtruction erfordert, ſo will ich ihn jetzt nachholen und mich dabei auf die Sonne beziehen, für welche man die „Morgenweite“ (ſ. unten) am öfterſten ſucht.

Die Sonne ſey alſo bei unſerem Frühlings-Anfang im Aequator geweſen, ſo iſt ſie im Durchſchnittspuncte deſſelben mit dem Horizonte (dem „wahren Morgenpuncte“) aufgegangen, und hat keine „Morgenweite“ gehabt. Nunmehr rückt ſie aber mit wachſender nördlicher Abweichung unſerem Pole zu, und geht daher auch alltäglich in einem weiter nordwärts gelegenen Puncte des Horizontes auf; man will für einen beſtimmten Horizont, d. h. für eine beſtimmte (für eine gegebene) Aequatorshöhe, und für einen beſtimmten Tag, d. h. für eine beſtimmte (eine gegebene) Abweichung der Sonne die Entfernung: den Bogen des Horizonts, die „Morgenweite“ wiſſen, in welcher ſie vom wahren Morgenpuncte aufgeht?

Es iſt Fig. 1. der Tafel IX. Hh der Horizont, Aa der Aequator, Dd die Declination der Sonne, alſo der Winkel bei h die Aequatorshöhe, und der Winkel bei d recht, ſo gibt hD den geſuchten Bogen des Horizonts (die „Morgenweite“) ab, und man hat im rechtwinkligen ſphäriſchen Triangel Ddh, $\sin \text{Aequatorshöhe} : \sin \text{Declination} = 1 : \sin \text{Morgenweite}$, woraus $\sin \text{Morgenweite} = \frac{\sin \text{Abweichung}}{\sin \text{Aequatorshöhe}} = \frac{\sin \text{Abweichung}}{\cos \text{Polhöhe}}$ kommt, demgemäß die jedesmalige „Morgenweite“ alſo für den beſtimmten Horizont, wie geſagt, aus der gleich beſtimmten Abweichung folgt. — Zugleich lehrt die Figur, auf welche ich deßwegen im Art. Morgenpunct verwieſen habe, bei eigener weiteren Ausführung, die ich den Leſern ſelbſt anheimgebe, auch augenſcheinlich, daß der Abſtand des Sommer- und Winter-Morgenpunctes vom wahren Morgenpuncte (der dieſſeitige und jenſeitige Bogen des Horizontes) einander gleich ſind.

Praktiſche Anwendung hiervon macht (wie auch ſchon im Art. Abendweite bevorwortet worden) namentlich der Seemann zur Beſtimmung der Abweichung der Magnetnadel ſeines Schiffs-Compaſſes (vergl. Compaß). Nehmen wir zur Verſinnlichung erſt einmal an, dieſe Nadel habe gar keine Abweichung (weiſe ſtreng nach Norden und Süden), ſo würde man die Compaß-Richtung Oſten zu Weſten zunächſt an den Tagen, an welchen die Sonne im Aequator ſelbſt auf- und untergeht, alſo den wahren Oſt- und Weſtpunct bezeichnet, auch mit dieſen Auf- und Untergangspuncten (mit dem Sonnen-Mittelpuncte im Augenblicke des Auf- und Un-

terganges) zuſammen fallen ſehen; hat die Nadel aber Abweichung (weist ſie nicht ſtreng nach Norden), ſo muß auch jene Richtung eben um die Größe der Abweichung von den Puncten Oſt und Weſt entfernt liegen; — und die Abweichung der Nadel folgt alſo aus dieſem beobachteten Abſtande.

Hier iſt zugleich noch angenommen, daß die Sonne bei der Beobachtung im Aequator ſelbſt ſey, auch keine „Morgenweite" habe; iſt Letzteres dagegen der Fall, ſo berechne man dieſe Morgenweite auf die vorgeſchriebene Art, und beobachte ebenfalls die Compaßgegend, welcher der aufgehende Sonnenmittelpunct entſpricht, ſo gibt offenbar wiederum die Vergleichung dieſer Beobachtung mit dem Reſultate jener Berechnung die geſuchte „Abweichung der Nadel," deren Beſtimmung, wie geſagt, den Hauptzweck der Ermittlung der „Morgen-" (oder Abend-) Weite" ausmacht. — Dieß wird über den, in dieſem Art. Abendweite vielleicht nicht umſtändlich genug behandelten Gegenſtand nunmehr wohl vollkommen genügen.

Multiplicationskreis, Wiederholungskreis, Repetitionskreis; Circulus multiplicatorius; *Cercle multiplicateur;* Cercle répetiteur.* Ein Inſtrument der neueren Aſtronomie, beſtehend in der Hauptſache, aus einem ganzen, in ſeine Grade u. ſ. w. möglichſt ſcharf getheilten Kreiſe mit einem Fernrohre, und alſo in ſofern dem (in einem eigenen Artikel beſchriebenen) „Meridiankreiſe" gleichend, von welchem es ſich aber weſentlich wieder darin unterſcheidet, daß es nicht, wie dieſer, nur in der Mittagsfläche beweglich iſt, ſondern daß man damit auch außer dem Meridian meſſen (beobachten), ganz beſonders aber dieſe Meſſung ſucceſſiv mit allen Theilen des Limbus vornehmen (dieſelbe alſo vervielfältigen, „multipliciren,"* daher der Name) und ſolchergeſtalt „wiederholen" kann, wodurch ſich die Theilungsfehler (und dieß demnach iſt der eigentliche Zweck des Inſtruments) meiſtens compenſiren, ja bis zum Verſchwinden verringern laſſen. Die erſte Idee dieſer ſinnreichen Einrichtung rührt, wie geſagt, wieder von unſerem großen Tobias Mayer her. Er beſchreibt ſein Verfahren im 2. Bande der „Comment. Soc. R. Goett." (wo ſich S. 336 auch noch eine vom Sohne, Johann Tobias, herrührende Verbeſſerung angegeben findet), und wendete daſſelbe um die Mitte des vorigen Jahrhunderts anfänglich nur bei geodätiſchen Operationen an (vergl. Johann Tobias Mayers — eben des Sohnes — „Prakt. Geometrie." 3. Aufl. Gött. 1802. 4 B. kl. 8. I. 527). Borda, der uns bereits aus dem Art. Erde, S. 557, näher bekannte, verdiente franzöſiſche praktiſche Aſtronom, hat dieſe Mayer'ſche Erfindung nachher (um 1780) zuerſt auch zu aſtronomiſchen Zwecken gebraucht, und die engliſchen Künſtler Ramsden, Cary, Troughton u. A. m. haben die nach dieſer Idee einzurichtenden Inſtrumente ſodann mannigfach vervollkommnet und modificirt; — die Hauptſache bleibt aber, wie geſagt, und wie wir nun gleich näher ſehen werden, immer die, den getheilten Kreis dieſes Inſtruments wechſelsweis gegen Morgen und gegen Abend zu kehren, und in der einen Lage dieſen

* Ich hebe gleich hervor, daß, ohnerachtet aller dieſer, anſcheinend ſo verſchiedenen Namen und der entſprechenden Modificationen in Nebendingen der Conſtruction, das Princip, welches den mit dieſen Namen bezeichneten Inſtrumenten zu Grunde liegt, doch immer daſſelbe: eine, wie wir nun oben näher ſehen werden, Vervielfältigung, „Multiplication," „Wiederholung" des zu meſſenden Bogens (Winkels) iſt. Tobias Mayer, der uns wohl bekannte, große Göttinger Aſtronom, der Erfinder auch dieſes Inſtrumentes, hat jenes Grundprincip daher auch das „principium (artificium) multiplicationis" genannt, und ich habe den Namen „Multiplicationskreis" deßhalb an die Spitze geſtellt.

* Dieſerwegen, um es nochmals hervorzuheben, führt das Inſtrument vorzugsweis den Namen des „Multiplicationskreiſes"; rückſichtlich ſeiner andern Eigenſchaft nicht, wie der Meridiankreis (vergl. d. A.), auf die Mittagsfläche beſchränkt zu ſeyn, ſondern die Höhenmeſſung vielmehr in jedem Vertical zu geſtatten, ſollte daſſelbe vielmehr nur Höhenkreis heißen.

Kreis ſelbſt um ſeine Axe, in der andern aber das Fernrohr auf demſelben zu bewegen, wodurch, wie ich vorläufig nur immer erſt wieder recht eindringlich machen will, und wie man danach im Allgemeinen auch ſchon einſieht, die Meſſung eines betreffenden Winkels alſo auf alle Puncte des Umfanges vertheilt, und danach, um es nochmals zu wiederholen, mit Compenſation der Theilungsfehler bewirkt werden kann. Zu der angegebenen Zeit der Erfindung dieſes „Multiplikationskreiſes“ und ſeiner aſtronomiſchen Anwendung war man in der Kunſt einer ſo genauen Limbustheilung, daß bedeutende ſolche „Theilungsfehler“ nicht zu fürchten geweſen wären, noch ſehr zurück; der „Multiplicationskreis“ wurde daher überaus hoch gehalten, und namentlich ſpricht der franzöſiſche Aſtronom Biot („Astronomie physique.“ 2. Aufl. Paris 1810. 3 B. 8. I. 273 fgd.) mit wahrem Enthuſiasmus von ſeinen Vortheilen, zu denen freilich namentlich auch der gehört, daß man den getheilten Limbus nicht von großer Dimenſion zu nehmen braucht, und doch, eben der Compenſation der Theilungsfehler wegen, eines genauen Ergebniſſes ziemlich gewiß ſeyn darf. Jetzt, wo man in jener Kunſt, beſonders durch Reichenbach's (vergl. Bd. I. S. 36) Bemühungen, unendlich vorgeſchritten iſt, und ſelbſt kleinere Kreiſe überaus genau zu theilen verſteht, hat der „Multiplicationskreis,“ unter dem Geſichtspuncte des Princips, welchem er dieſen Namen verdankt, allerdings viel von ſeiner ehemaligen Wichtigkeit verloren; indeſſen bin ich demſelben doch, ſchon des hervorgehobenen Scharfſinnes jener Grund-Idee, gleichwie der noch ſtattfindenden Anwendung als Höhenkreis wegen, eine nähere Beſchreibung ſchuldig.

Das Weſentliche alſo dieſes Inſtruments, um danach zu deſſen detailirterer Beſchreibung* überzugehen, beſteht, Tafel IX. Fig. 2., in dem getheilten verticalen Kreiſe ZAP, welcher um die durch ſeinen Mittelpunct C gehende Verticale CP, zugleich aber auch wieder vertical um eine ebenfalls durch den Mittelpunct gehende, auf der Limbus-Ebene perpendiculare Axe gedrehet werden kann (ſomit alſo neben der azimuthalen [vgl. Azimuth] auch einer verticalen Bewegung fähig iſt); ein mit einem Mikrometer und einem Vernier* verſehenes Fernrohr OCL läßt ſich rings um jenen Mittelpunct drehen, und kann demnach ſucceſſiv den ganzen Limbus durchlaufen. — Hierauf beſchränke ich mich rückſichtlich der Conſtruction.

Die Anwendung des Inſtruments ſodann betreffend, ſo ſey S ein entfernter und zunächſt unbeweglicher Gegenſtand, deſſen Zenith-Abſtand man meſſen will; denn wäre dieſer Gegenſtand ein Geſtirn, ſo könnte man mir deſſen, durch die Tagesbewegung verurſachte allaugenblickliche Stellungs-Veränderung während der vorkommenden mehrfachen Beobachtungen einwenden, in welchem Bezuge ich deßhalb gleich bevorworte, daß ſich der Einfluß dieſer Stellungs-Veränderung auf das Reſultat in Rechnung bringen, und daß ſich daher zum Objecte allwohl jedes Geſtirn wählen läßt. Man ſetzt nun den Vernier auf den Nullpunct der Theilung bei A, bringt den Limbus durch ſeine azimuthale (horizontale) Drehung erſt in das Vertical des Objects (Geſtirns) S, und bewegt ihn ſodann vertical, bis daſſelbe (ſein Mittelpunct) in der Richtung SL (rechts) im Mittelpuncte der Kreuzfäden (des, wie geſagt, in dem Nullpuncte der Theilung befeſtigten Fernrohrs) erſcheint. Wenn man ſich jetzt ein im Mittelpuncte C des Limbus angebrachtes Bleiloth CP vorſtellt (blos denkt), ſo beſtimmt deſſen verlängerte Richtung das Zenith Z, und der auf dem Limbus abzuleſende

* Die Selbſt-Anſicht des Inſtruments macht die Sache allerdings deutlicher; ich kann hier nur die Abſicht haben, das Grundprincip, des „artificium multiplicationis,“ von dem ich ausgegangen bin, recht hervorzuheben.

* Ueber „Mikrometer“ handelt bereits ein eigener Artikel, und über den Vernier (nach ſeinem franzöſiſchen Erfinder Vernier; wiewohl man dieſer Einrichtung auch oft den Namen Nonius beilegt, indem der portugieſiſche Mathematiker Nonius eine ähnliche Subdiviſion des Kreiſes angegeben hat) handelt ebenfalls ein eigener Artikel.

Bogen AZ würde der geſuchte Zenithabſtand ſeyn. Allein man kann bei dieſem Inſtrumente, und darauf kommt hier eigentlich Alles an, das Loth und das ſofortige Ableſen jenes Bogens AZ vermeiden, indem man das Verfahren in nachfolgender Weiſe fortſetzt.

Man gibt dem Limbus nämlich abermals eine horizontale (azimuthale) Bewegung um die verticale Axe, indem man ihn eine halbe Umdrehung machen läßt, um ihn (Fig. 3.) in das Vertical des Objects zurückzuführen. Bei dieſer Drehung hat offenbar der zenithale Punct Z keinerlei Stellungsveränderung erlitten: der Limbus, wie er vorher gegen Oſten gekehrt war, iſt es jetzt blos gegen Weſten;* und da das Fernrohr feſt auf ihm iſt, ſo macht deſſen neue Richtung CL (links) wieder den nämlichen Winkel mit der verticalen Axe (die Vergleichung der Figur zeigt es am beſten). Jetzt ſchraubt man das Fernrohr ſo viel los, daß es ſich ſchieben läßt, und ſtellt es wieder auf das Object S, wonächſt ſeine neue Richtung LA'C einen andern Theilſtrich A' des Limbus trifft; und da wir das Object (das Geſtirn) unbeweglich angenommen haben, ſo iſt Bogen A'Z genau dem vorher gefundenen Zenithabſtande AZ gleich, und der ganze, vom Fernrohre durchlaufene Bogen AA' iſt alſo der doppelte (der zweimal und mit andern Limbusſtücken gemeſſene) Zenithabſtand.

Um dieſen Bogen vierfach (worauf ich mich, dem Eingangs Geſagten gemäß, beſchränke) und immer bezogen auf andere Stellen des Limbus zu haben, welches, um es nochmals hervorzuheben, alſo der eigentliche Zweck des „Multiplicationskreiſes" iſt, geht man ſodann ferner folgendergeſtalt zu Werke.

Ohne das Fernrohr zu berühren (ſeine Stelle auf dem Limbus zu ändern), kehrt man den Limbus (Fig. 4.) wieder gegen Oſten („Face à l'Est"), wie er urſprünglich ſtand, wobei das Fernrohr nun aber die Richtung A'L (links) hat. Führte man daſſelbe, den Limbus feſt ſtehend laſſend, in dieſer Richtung auf das Object (das Geſtirn) S zurück, ſo würde man wieder zum Ausgangspuncte A gelangen und den bis hierher erlangten Bogen A'A zerſtören; man läßt alſo vielmehr das Rohr feſt und drehet, eben wie Eingangs vorgeſchrieben worden, mit demſelben den ganzen Limbus ſo lange vertical um C, bis daß S (Fig. 5.) wieder dem Durchſchnittspuncte der Kreuzfäden entſpricht, alſo in der Richtung A'S geſehen wird, und der Ausgangs- (der Null-) Punct A um den Bogen A'A (offenbar = A''A') nach A hinabgetreten iſt. Solchergeſtalt befindet man ſich, jedoch eben mit dem Unterſchiede, daß jetzt der Endpunct A' des ſchon erlangten Bogens die Stelle von A einnimmt, in demſelben Verhältniſſe, wie zu Anfange der ganzen Operation, und indem man nun auch völlig wieder in derſelben Art verfährt, wobei das Fernrohr alſo nach A'' kömmt, ſo erlangt man den ganzen Bogen A (0) A' A'' (= — Fig. 3. — 2 AA' = 4 AZ), d. h. die vierfache, immer auf andere Limbusſtellen bezogene Zenith-Entfernung AZ, woraus ſie ſelbſt, als das Geſuchte, demnach mittelſt Diviſion durch 4 folgt. — Etwas weiteres eigenes Nachdenken über die Sache, welches ich meinen Leſern anheim gebe, wird Sie überzeugen, daß ſich in ähnlicher Weiſe nicht weniger auch der ſechsfache u. ſ. w. Bogen erlangen läßt; ich ſelbſt gehe, bevorwortetermaßen, nicht weiter, da der „Multiplicationskreis," wie geſagt und aus den angeführten Gründen, jetzt von ſeiner früheren Wichtigkeit verloren hat, und vielmehr (vergl. oben), abgeſehen von dieſem Principe der Multiplication, nur noch als „Höhenkreis" für Meſſung in andern Scheitelkreiſen als dem Meridian, auf welchen letzteren der „Meridiankreis" (ſ. d. A.) beſchränkt iſt, mit Erfolge angewendet wird.

Wer indeß mehreres Detail über das ſinnreiche „Princip der Multiplication bei Winkelmeſſungen vermittelſt eines ganzen Kreiſes" zu vergleichen wünſcht, den verweiſe ich zunächſt wieder auf die oben citirte Stelle bei Biot. Am meiſten iſt der „Mul-

* In meiner Figur ſteht bloß „Oſten," „Weſten;" der ſchon oben citirte Franzöſiſche Aſtronom Biot, welchen ich hier benützt habe, ſetzt verſinnlichender hinzu: „*Face* à l'Est," „*Face* à l'Ouest."

tiplicationskreis“ ſodann bei der großen Franzöſiſchen Gradmeſſung (vergl. d. A. Erde, S. 358) angewendet, und demgemäß mit aller Ausführlichkeit in dem über dieſe Unternehmung vom Franzöſiſchen Aſtronomen Delambre (geſtorben zu Paris 1822) erſtatteten Berichte: „Base du *Système métrique.*“ * Paris 1806—14. 3 B. 4., beſchrieben worden, mit welcher Notiz ich den Artikel beſchließe.

Muſſons. Stätige Winde, von welchen ich beſſer im Art. Paſſatwinde handle.

* „Système *métrique?*“ Die Meſſung hatte nämlich (vergl. l. c.) den angeblichen Zweck der genauen Längenbeſtimmung des „*Mètre*“.

N.

Nacht, Nox; *Nuit.* Die Zeit, binnen welcher die Sonne unter dem Horizonte verweilt, oder die Zeit zwiſchen dem Untergange und dem nächſtfolgenden Aufgange der Sonne (ihres Mittelpunctes). Dieſe Zeit, die Länge der Nächte, iſt, der Natur des Vorganges gemäß, verſchieden, und richtet ſich nach dem, von einem Tage zum andern veränderlichen Stande der Sonne, und nach der geographiſchen Breite (oder Polhöhe, vergl. beide Art.) des Beobachters. *

Im Art. Ascenſional-Differenz, auf welchen ich mich durchaus beziehen muß, und welchen ich daher erſt zu vergleichen bitte, iſt gezeigt worden, daß

halbe Taglänge (in Sonnenzeit) = (90° + ** Asc.-Diff. *** der Sonne) in Sternzeit;

und da Tag und „Nacht“ zuſammen ſtets 24 Stunden, alſo die halbe Taglänge und die halbe Nachtlänge zuſammen ſtets 12 Stunden, Sonnenzeit, ausmachen: ſo folgt, daß die halbe Taglänge, abgezogen von 12 Stunden oder von 180° in Sternzeit (vgl. hinten), die halbe Nachtlänge übrig läßt.

* Die Sonne beſchreibt, wenn nicht den Aequator ſelbſt, alltäglich einen andern Parallelkreis deſſelben; und dieſe Parallelkreiſe werden vom Horizonte des Beobachters in um ſo ungleichere (Tag- und „Nacht“-) Hälften getheilt, je näher ſich Letzterer dem Pole zu findet: alſo beſtimmen der „Sonnenſtand“ und die „Polhöhe des Beobachters“ die „Nachtlänge“ des entſprechenden Ortes.

** Es könnte auffallen, daß hier bloß das + Zeichen ſteht, allein da im citirten Artikel zugleich sin Ascenſ.-Diff. = $\frac{\text{tang Abw.}}{\text{tang Aeq.-Höhe}}$ gefunden worden, ſüdliche Abweichungen aber ſchon negativ ſind, ſo ergibt ſich dieß zweite Zeichen von ſelbſt.

*** Ich muß hier doch erſt an den Begriff der „Ascenſional-Differenz,“ obwohl ich ſchon auf den beſondern Art. verwieſen habe, erinnern, da ohne deſſen deutlichſte Erkenntniß die ganze Betrachtung unfruchtbar bleibt. Stellen wir uns alſo bei Vergleichung dieſes Artikels zunächſt einen Beobachter im Aequator ſelbſt vor („Sphaera *recta*“), ſo halbirt deſſen Horizont ſämmtliche Parallelkreiſe; der Horizont eines andern, den Polen, z. B. dem Nordpole, näher ſtehenden Beobachters („Sphaera *obliqua*“) ſodann, macht aber mit jenem (Aequators-) Horizonte (eben am Aequator) einen Winkel; — und, die durch dieſen Winkel beſtimmten, zwiſchen den beiden Horizonten enthaltenen Stücke der Parallelkreiſe ſind die „Ascenſional- (oder Descenſional-) Differenzen.“ Dem Aequator geht die Sonne ſtets um 6 Uhr (Morgens auf, und um 6 Uhr) Abends unter: ſeine halbe „Nacht“ (bis zur untern Meridianhälfte; bis Mitternacht, 12 Uhr) dauert ſtets 6 Stunden; jedem andern (dem Pole, wie geſagt, näheren) Beobachter dauert ſie dagegen, nachdem die Abweichung der Sonne nördlich oder ſüdlich iſt, kürzer oder länger; — und dieſe Differenz iſt die „Ascenſional“- (oder „Descenſional“-) Differenz.

Mithin iſt:

halbe Nachtlänge in Sonnenzeit = (90° — Ascenſ.-Diff.) in Sternzeit,

(wo, wegen des bloßen Minuszeichens, die voraufgehende Anmerkung zu vergleichen ſteht). Dieß will alſo ſagen: Verwandle den Bogen (90° — Asc.-Diff.), 15° auf die Stunde rechnend, wie es die Reduction auf Sternzeit fordert, in letztere, ſo haſt du, mit Bezug auf die zugleich fortgehende Eigenbewegung der Sonne, die halbe Nachtlänge doch in Sonnenzeit.* Und da wir im bürgerlichen Leben die Stunden von Mitternacht, d. h. alſo von der Hälfte der Nacht zu zählen anfangen, ſo gibt die halbe Nachtlänge zugleich die Stunde des Aufgangs. Unter dem Aequator der Erde, wo die Polhöhe = 0, alſo auch die Ascenſional-Differenz = 0 iſt, wird die halbe Nachtlänge (vergl. die voraufgehende Anmerkung) jederzeit = 6 Stunden; es ſind alſo daſelbſt alle (ganze) Nächte 12 Stunden lang, und den Tagen ſomit an Dauer gleich.

Zwiſchen dem Aequator und den Polen dagegen iſt die Nachtlänge (vergl. vorn) von einem Orte (bei jeder Breitenveränderung) und von einem Tage zum andern, auch eine andere. Nur zweimal im Jahre, nämlich wenn die Sonne im Aequator ſteht, und ihre Abweichung, mithin auch die Ascenſional-Differenz alſo = 0, iſt, wird die „Nacht"länge allüberall 12 Stunden, und demnach der Taglänge gleich; und dieß erfolgt (vgl. Nachtgleichen) um den 20. März und 23. Septbr. So lange die Sonne eine nördliche Abweichung hat, iſt die Ascenſionaldifferenz für Orte in der nördlichen Halbkugel poſitiv, mithin die Nacht (ſ. vorn) dort kürzer* als 12

* Die Leſer könnten hierbei Anſtand finden, und ich will daher, wiewohl die eigentliche Aufklärung erſt in den A. A. Sonnen- und Sternzeit, wohin ich alſo zugleich verweiſe, gegeben werden kann, doch gleich noch ein Wort hinzufügen.

Die Sonne (ihr Mittelpunct) ſtehe eben mit einem Sterne im Meridian zuſammen; beide ſollen, zu noch mehrerer Erleichterung der Vorſtellung, an dieſem Tage zugleich gemeinſchaftlich den Aequator beſchreiben, ſo iſt der Stern (der täglichen Bewegung gemäß) nach 1 Stunde Sternzeit, genau 15 Grad weſtlich, vom Meridian: er hat dann einen Bogen (des Aequators) von 15° zurückgelegt. Nicht ganz vollkommen ſo ebenfalls die Sonne, welche indeß, mit ihrer Eigenbewegung, zugleich in entgegengeſetzter Richtung etwas vom Sterne weggerückt iſt, und alſo auch etwas längere Zeit, nämlich 1 Sonnenſtunde zum ſelbigen Bogen gebraucht. Aber es iſt hiernach offenbar, daß man dieſen Bogen doch auf Sternzeit zu reduciren, und letztere ſodann nur geradehin für wahre Sonnenzeit zu nehmen hat. Das Fortrücken der Sonne mit Eigenbewegung in jedem Zeitraume bringt gerade ſo viel Wirkung auf die entſprechende Zeit hervor, daß für die, den betreffenden Bogen ausdrückende Sternzeit eben ſo viel wahre Sonnenzeit kömmt; — und dieß iſt, wie ich zugleich hervorhebe, der eigentliche Charakter des Unterſchiedes zwiſchen den beiden Arten von Zeit. Stände die Sonne z. B., wie mir der Fall eben vorliegt, 45° 15′ weſtlich vom Meridian, und würde gefragt, wie viel wahre Sonnenzeit demgemäß zugleich ſey; ſo hätte man dieſe 45° 15′ nach der gewöhnlichen Reductionstafel nur geradezu in Sternzeit zu verwandeln; macht

45°	3 St. —	—,
und 15′	„	1 Minute,
alſo	3 St.	1 Minute

Sternzeit, und dieſe Zeit für wahre Sonnenzeit zu nehmen. Dieß heißt: wenn die Sonne 45° 15′ weſtlich vom Meridian ſteht, ſo iſt Nachmittag 3 Uhr 1 Minute wahre Sonnenzeit: die Sonnen-Uhr zeigt dann ſoviel: die Sonne hat, mit Inbegriffe ihrer gleichzeitigen Eigenbewegung nach Oſten, 3 Stunden 1 Minute Sonnenzeit gebraucht, um 45° 15′ (Tagbogen) vom Meridian wegzurücken.

* Die Gleichung war:

Halbe Nachtlänge = 90° — Ascenſional-Differenz; — bleibt aber, wie ich erinnern darf, — demgemäß die As-

Stunden; für Orte der ſüdlichen Halbkugel hingegen tritt dieſer Fall bei ſüdlicher Abweichung ein.

Die längſten und kürzeſten Nächte fallen bekanntlich in die Zeit der Sonnenwenden, um den 21ſten December und 21ſten Juni, wo die Abweichung ein Größtes, und der Schiefe der Ekliptik (von $23\frac{1}{2}^\circ$) gleich wird. Alsdann iſt (vergl. d. A.)

sin Aſcenſ.-Diff. = tang . $23\frac{1}{2}^\circ$* . tang Polhöhe;

und für Leipzig z. B. kommt danach die längſte „Nacht“ (21. December) 16 St. 22′ 45″, die kürzeſte Nacht (21. Juni) 7 St. 37′ 15″ (vergl. wieder Aſcenſional-Differenz, S. 52, bei welcher Vergleichung zugleich erhellen wird, weßhalb die längſte und kürzeſte Nacht zuſammen gerade 24 Stunden betragen). Unter den Polarkreiſen, wo die Polhöhe das Complement der Schiefe der Ekliptik (als des dortigen Horizonts) wird, iſt daher für dieſe Tage der Sonnenwenden:

sin Asc.-Diff. = tang . $23\frac{1}{2}^\circ$. cot . $23\frac{1}{2}^\circ = 1$,**

mithin die Asc.-Diff. = 90°, und die längſte Nacht = 24 Stunden, die kürzeſte = 0, welches ſagen will, daß man daſelbſt Einmal im Jahr eine Nacht von 24 Stunden, da die Sonne alſo gar nicht aufgeht (gar nicht über den Horizont tritt), und einen Tag von 24 Stunden hat (an welchem die Sonne gar nicht unter den Horizont ſinkt).*

Für die Orte der kalten Zonen dauert dieſe beſtändige Nacht deſto länger, je näher die Orte den Polen liegen; die Nacht fängt für jeden der Orte an, wenn die (entgegengeſetzte) Abweichung der Sonne dem Complemente der Polhöhe gleich wird,** und währt bis zur Sonnenwende und ferner, bis die nun abnehmende Abweichung wieder dieſelbe Größe erlangt hat: einem Orte unter 70° nördliche Breite (Polhöhe) z. B. fängt die „beſtändige Nacht“ an, wenn die Sonne 20° (20 + 70 = 90) ſüdliche Abweichung bekommt (21ſten Novbr.), und dauert bis zur Winter-Sonnenwende (21ſten Decbr.) und ferner (über den 21ſten Decbr. hinaus), bis die Sonne beim nunmehrigen Wieder-Aufſteigen abermals dieſelbe ſüdliche Abweichung von 20° erreicht (20ſten Januar).

Endlich aber fängt unter den Polen ſelbſt, und wo die „Polhöhe“ alſo = 90° iſt, die „beſtändige Nacht“ ſchon mit der Abweichung = 0, mit dem Eintritte der Sonne in den Aequator, d. h. mit der Nachtgleiche, und der dabei nun anhebenden reſpectiven entgegengeſetzten Abweichung an und endiget erſt mit der folgenden Nachtgleiche; dieſe beſtändige Polarnacht dauert alſo ein völliges Halbjahr, für den Nordpol vom 22ſten Septbr. bis 20ſten März, für den Südpol vom 20ſten März bis 22ſten September.

cenſional-Differenz alſo doch ſubtractiv, und die „halbe Nachtlänge“ um ihren Betrag kürzer iſt.

* Dieſe Formel iſt nicht auf den Planeten Erde eingeſchränkt; ſie gilt (eine Bemerkung, von der ich mich nicht erinnere, ſie ſchon anderswo gefunden zu haben) z. B. eben ſo für den Planeten Mars (vergl. d. A. S. 76.), nur daß die dortige „Schiefe der Ekliptik“ (der Winkel des Marsäquators mit der Ebene der Marsbahn um die Sonne) einige Grad mehr beträgt. — Von einigen andern der, mit bloßer Beziehung auf die Erde, vorangeführten Umſtände läßt ſich, wie man leicht ſelbſt finden wird, eine ähnliche Anwendung auf die übrigen Planeten machen.

** Für Leſer, denen der Ausdruck nicht gleich gegenwärtig wäre: $\text{tang} = \frac{\sin}{\cos}$, und cotang (deſſelben Bogens) $= \frac{\cos}{\sin}$, alſo $\text{tang} \cdot \cot = \frac{\sin}{\cos} \cdot \frac{\cos}{\sin} = 1$.

* Da wir die Ekliptik: die Sonnenbahn, als den Horizont der Polarkreiſe bezeichnet haben, ſo erhellt der Umſtand durch bloße Beziehung darauf, auch ohne die Formel. — Derſelbe gilt übrigens auch wieder nicht weniger z. B. für den Planeten Mars.

** D. h. wenn der Parallelkreis, welchen die Sonne am betreffenden Tage beſchreibt, den Horizont des Ortes nur eben noch berührt.

In dieſer Art findet man aber die Dauer der „Nacht“ für die verſchiedenen Himmelsſtriche (und zwar, um es nochmals hervorzuheben, nicht blos mit Beziehung auf unſeren, ſondern auch auf andere Planeten, namentlich wieder den Mars) freilich nur, wenn man die Sache rein aus dem ſtreng mathematiſch-aſtronomiſchen Geſichtspuncte betrachtet und alle anderen dießfallſigen Einflüſſe aus den Augen ſetzt. Allein dergleichen Einflüſſe ſind viele vorhanden: die ſcheinbare Größe der Sonnenſcheibe, welche veranlaßt, daß die obere Hälfte dieſes Geſtirns ſpäter unter- und eher aufgeht, als der Mittelpunct, und die Strahlenbrechung (vergl. d. Art.), wodurch das Bild der Sonne nach dem Untergange noch über dem Horizonte erhalten und ſchon vor dem Aufgange darüber erhoben wird, wenn gleich die Scheibe ſelbſt darunter ſteht, vermindern die Dauer der Nächte; — und verſteht man endlich unter „Nacht“ nur diejenige Zeit, während welcher gar kein Licht der Sonne zu uns gelangt, ſo wird die Dauer dieſer Zeit noch ſehr beträchtlich durch die Dämmerung verkürzt, — ja es gibt, wie in dieſem eigenen Artikel beſonders S. 221 nachgewieſen iſt, auch außer den, in dieſer Rückſicht eben erwähnten kalten Zonen ſchon in unſern Ländern Zeiten, wo es in dieſem Sinne des Wortes gar nicht „Nacht“ wird, d. h. wo die Dämmerung die ganze Nacht hindurch währt. Der gedachte Artikel, auf welchen ich ſchließlich nochmals verweiſe, ſetzt die Umſtände gründlich auseinander.

Nachtbogen; Arcus nocturnus; *Arc nocturne.* Der „Nachtbogen“ eines Geſtirns iſt derjenige Theil des Parallelkreiſes dieſes Geſtirns, welcher unter dem Horizonte des Beobachters liegt, dergeſtalt, daß dieß Geſtirn während deſſen Durchlaufung dem Beobachter alſo unſichtbar iſt. Jedes Geſtirn (nur nicht die Circumpolarſterne — vergl. d. Art. — welche dieſen beſondern Namen eben deßhalb führen, weil ſie allerwärts ſtets über dem Horizonte bleiben, und demnach auch keinen „Nachtbogen“ haben) gehen im Morgen auf (ſteigen über den Morgenhorizont herauf), beſchreiben ihren Tagbogen (vergl. d. A.) und ſinken dann unter den Abendhorizont hinab, um nun den „Nachtbogen“ zurückzulegen und hiernächſt am folgenden Morgen wieder ebenſo hervorzutreten. Der ganze, alſo aus dem Tag- und „Nachtbogen“ beſtehende Parallel- (Tag-) Kreis* des Geſtirns wird dabei vom reſpectiven Horizonte um ſo ſchiefer, in um ſo ungleichere Hälften, durchſchnitten, je näher der Beobachter dem betreffenden Pole ſteht; nur wenn Geſtirne den Aequator ſelbſt beſchreiben, iſt ihr „Nacht-“ dem Tagbogen überall gleich, weil jeder Horizont, als größter Kreis, den Aequator, als andern größten Kreis, halbirt.** Der „Nacht-“ Bogen der Sonne im beſondern beſtimmt zugleich die Länge der Nacht, zu deren Berechnung in dieſem vorangehenden Artikel Anweiſung gegeben iſt.

Nachtgleichen, „Puncte“ der Nachtgleichen; ſ. Aequinoctialpuncte, gleichwie die eigenen Art. Frühlings- und Herbſtpunct, und beſonders auch noch den Schluß des unmittelbar folgenden Artikels:

Nachtgleiche, nämlich Zeit der Nachtgleiche; Aequinoctium; *Équinoxe.* „Nachtgleiche“ heißt eigentlich der Augenblick, in welchem der Mittelpunct der Sonne beim jährlichen Himmels-Umlaufe in den Aequator kommt; die Sonne, deren ſcheinbare Bewegung hier wieder der wirklichen Bewegung der Erde ſubſtituirt wird, beſchreibt dabei nämlich den „ſchiefen,“ eben den Aequator in den beiden „Nachtgleichenpuncten“ durchſchneidenden Kreis der Ekliptik (ſ. d. A.), und jener Augenblick des Eintrittes ihres Mittelpunctes in den einen oder den andern dieſer Durchſchnittspuncte iſt alſo

* Ich bitte, zwiſchen „Tag“kreis und „Tag“-bogen (vergl. beide A. A.) wohl zu unterſcheiden: der „Tag“- (der ganze, der tägliche, Parallel-) Kreis wird durch den Horizont in den „Tag“- und „Nacht“-bogen geſpalten.

** Nur der Horizont der beiden Polpuncte („Sphaera *parallela*“), um ganz ſtreng zu ſeyn, wird der Aequator ſelbſt: beide Kreiſe, ſtatt ſich noch zu ſchneiden, fallen jetzt zuſammen.

die „Zeit der Nachtgleiche." In demſelben Augenblicke verläßt derſelbe, der ununterbrochenen Bewegung der Sonne im „ſchiefen Kreiſe" wegen, den Aequator aber auch ſchon wieder, und die „Zeit der Nachtgleiche" iſt alſo in der That eigentlich auf dieſen Augenblick beſchränkt.

Weil jedoch der Lauf der Sonne nur langſam vor ſich geht, ſo kann man annehmen, ſie ſtehe zu dieſer Zeit den ganzen betreffenden Tag hindurch im Aequator. Unter dieſer Vorausſetzung wird letzterer für dieſen Tag ihr Tagbogen* ſeyn; und da derſelbe, als ein größter Kreis der Sphäre, von allen Horizonten als nicht weniger größten Kreiſen halbirt wird, ſo iſt die Sonne an den, den bezeichneten beiden „Nachtgleichen" entſprechenden beiden Tagen 12 Stunden über und eben ſo viele Stunden unter jedwedem Horizonte,** mithin Tag und Nacht alsdann überall gleich lang, daher dieſe beiden Tage eben die Tage der Nachtgleichen (Dies aequinoctii s. aequinoctiales; *Jours d'Équinoxe*) heißen. Dieſelben fallen (unſerer Kalender- [vergl. d. A. S. 849] Einrichtung gemäß) um den 20ten*** März und 23ten Septbr. (von welchen Daten ſich der Eintritt der Nachtgleichen, eben jener Einrichtung gemäß, jedoch nie mehr weit entfernen kann): jener iſt für unſere (die nördliche) Halbkugel der Tag der Frühlings-, dieſer der Tag der Herbſt-Nachtgleiche, in welchen beiden beſondern Art. noch ausführlicher über dieſen Gegenſtand gehandelt wird.

In dem erſteren derſelben und dem damit verbundenen Vortrage über Frühlingspunct, S. 586, habe ich, um jetzt weiter zu gehen, gezeigt, wie die Lage der, angeführtermaßen, durch weiter Nichts als den Eintritt des Sonnencentrums in den Aequator bezeichneten Nachtgleichenpuncten, namentlich jenes Frühlingspunctes, und folglich die „Nachtgleichenzeit" gefunden wird; da die Geſtirne im Aequator ſelbſt keine Abweichung haben, ſo folgte dieſe Zeit aus der Zeit einer ſolchen Beobachtung der Sonne, zu welcher dieß Geſtirn keine Abweichung zeigte (ich komme hinten noch in einer andern Beziehung hierauf zurück). Nun heißt bekanntlich der Zeitraum, der zwiſchen einer Nachtgleiche und dem nächſtfolgenden Wiedereintritte derſelben (man hat die Zeit von einer Frühlings-„Nachtgleiche" zur nächſtfolgenden gewählt), ein tropiſches Sonnen-Jahr (vergl. d. Art. S. 798 flgd.), worauf durch Einſchaltungen unſer Kalenderjahr gebaut, und welches daher von der alleräußerſten Wichtigkeit für uns iſt; und ich muß deßwegen hier die Ableitung der Jahresdauer aus dergleichen Nachtgleichen-Beobachtungen etwas genauer nachweiſen, wozu wir uns begnügen wollen, das laufende Jahrhundert zu wählen. Die Frühlingsnachtgleiche wurde aber in demſelben nach der l. c. angedeuteten Art beobachtet*:

* Man muß ſich zur augenblicklichen Verſinnlichung hiervon, nur die, mit der Jahres- (Bahn-) Bewegung im „ſchiefen Kreiſe der Ekliptik" fortrückende, zugleich aber mit der Tag- (mit der allgemeinen Himmels-) Drehung „Tagbögen" beſchreibende Sonne recht deutlich vorſtellen.

** Für „Sphaera *parallela*," ſtreng genommen, nicht: dort beſchreibt die Sonne, bei der obigen Vorausſetzung, dem einen Pole nun auf-, dem andern abſteigend, an den Nachtgleichentagen den ganzen Horizont.

*** Die Leſer finden zuweilen den 20ten, zuweilen den 21ten geſagt: das vorangehende „um" könnte dieß erklären; man muß aber zugleich daran denken, daß der bürgerliche Tag mit der Mitternacht, der aſtronomiſche dagegen erſt mit dem folgenden Mittage anhebt, und man alſo, mit Bezug auf den einen ſo, mit Bezug auf den andern, anders ſprechen kann.

* Wenn nicht unmittelbar beobachtet, auf die l. c. (Frühlingspunct, S. 586.) gelehrte Weiſe aus mehreren Beobachtungen abgeleitet.

1840.	20. März.	1^h. 34′ 13″	mittlere Berliner (aſtron.) Zeit.		
1841.	—	7. 13. 28.	Zeitunterſchied:	365 T. 5^h. 39′.	
1842.	—	12. 59. 37.	—	365. 5. 46.	
1843.	—	18. 50. 49.	—	365. 5. 51.	
1844.	—	0. 39. 40.	—	365. 5. 49.	

Addirt man dieß . . . . „ 23^h. 5′,
und nimmt davon das arithmetiſche Mittel, ſo findet man ſchon durch Vergleichung bloß dieſer 4 „Nachtgleichen" die (ſ. gleich unten) *Durchſchnittsdauer des tropiſchen Jahres* = ... 365 T. 5^h. 46¼′,
deſſen *genauere* Länge wir (Jahr, S. 799) . . . 365. 5. 48′
ermittelt hatten, ſo daß der Unterſchied nur noch etwann . . . . 1¾′
beträgt, und man begreift darnach, welches auch die eigentliche Abſicht dieſer Auseinanderſetzung ausmacht, wie *letztere* Beſtimmung, bei der man bis zu den *älteſten* „Nachtgleichen"-Beobachtungen zurückgegangen iſt, einen ſo genauen und, angeführtermaßen, unſerer ganzen Kalenderrechnung zu Grunde liegenden Mittelwerth des tropiſchen Jahres hat ergeben können.

Man könnte hierbei noch nach den Gründen der ſich oben zeigenden kleinen Zeitverſchiedenheiten zwiſchen den Einzeljahren *unter einander* und der daher rührenden Nothwendigkeit eines „Durchſchnittes," weßhalb oben hierher verwieſen iſt, fragen; dieſe Gründe ſind beſonders doppelter Art: die Ungleichmäßigkeit des *Vorrückens der Nachtgleichen* und die *Perturbationen*. Dieſe letzteren (vergl. d. Art.) zunächſt beſchleunigen oder verzögern den Lauf der Sonne (Erde) in ihrer Bahn bald mehr, bald weniger, und veranlaſſen dadurch, daß die Nachtgleichen auch bald etwas früher, bald etwas ſpäter erreicht werden (fallen), welches die Jahresdauer natürlich afficirt. Außerdem aber haben ferner die „Nachtgleichenpuncte" keine feſte Lage auf der *Ekliptik*: ſie bewegen ſich vielmehr, wie im zweiten der genannten Artikel näher gezeigt werden wird, dergeſtalt, als wenn der ſie, angeführtermaßen, vermittelſt ſeines Durchſchnittes mit jener bildende Aequator auf ihr fortrücke; und zwar iſt dieſe Bewegung (vergl. *Gleichung der Nachtgleichenpuncte*) nicht in allen *Jahren* gleich groß, ſo daß die letzteren rückſichtlich ihrer Dauer unter einander auch dadurch etwas ungleich werden müſſen; — und dieß führt mich nun zu derjenigen „andern Beziehung," in welcher ich vorn verſprochen hatte, die Sache jetzt noch zu betrachten, und bei welcher ich außerdem eine hier nicht unpaßliche Emendation des unmittelbar verwandten Art. *Aequinoctialpuncte* anbringen kann.

Statt nämlich, wie wir uns vorn begnügt hatten, die „Nachtgleichen" *unmittelbar* und in der alleinigen Abſicht der Beſtimmung der Jahresdauer bloß aus den Momenten, zu denen ſich die Abweichung der Sonne eben = 0 zeigt, zu folgern, iſt, beſonders auch wegen der übrigen Anwendung der *Aequinoctialpuncte** (ſ. d. A.), im Vortrage über *Fundamentalſterne* eine andere Methode dazu „durch *mittelbare* Vergleichung der Sonne mit einem *Fixſterne* und Ableitung des daraus folgenden Abſtandes dieſes Sterns von der (Frühlings-) Nachtgleiche" (ſeine *Länge*) gelehrt worden; denn man begreift ſogleich, daß dann dieſer Fixſtern, nach Hinzurechnung jenes ſeines, alſo bekannten Abſtandes von (dem Puncte) der Nachtgleiche, die Stelle derſelben bei ihren angedeuteten andern Anwendungen vertreten kann. Dieß iſt aber nach dem von der *Bewegung der letzteren* eben Angeführten natürlich auch nur von einer beſtimmten Zeit wahr, nach welcher ſich, eben wegen dieſer Bewegung, der Abſtand ändert, dergeſtalt, daß man demſelben für jeden andern Augenblick den Betrag der inzwiſchen Statt gefundenen

* An dieſe Anwendung des *Aequinoctialpunctes*, als *Anfangszählpunct der geraden Aufſteigung*, und der *Länge*, kann ich aus dem betreffenden beſondern Art. *hier* natürlich nur im *Allgemeinen* erinnern.

„Vorrückung der Nachtgleiche“ hinzurechnen muß. Hierauf beruhet nun der Begriff „mittlere Nachtgleiche“ (mittleres Aequinoctium), welchen Ausdruck meine Leſer oft in neueren aſtronomiſchen Werken * finden, und deſſen Erklärung zur Ergänzung des Artikels Aequinoctialpuncte ich, wie geſagt, hier eigentlich bezwecke.

Man kenne nämlich einen ſolchen, durch die angedeutete Operation haarſcharf beſtimmten (wahren) Abſtand eines Fix- (eines „Fundamental-“ oder „Vergleichs-“) Sterns von der Nachtgleiche für einen gewiſſen Zeitpunct, z. B. den 1ſten Januar des laufenden Jahrhunderts, ſo würde man, um ihn für jeden folgenden Zeitpunct immer gleich ſcharf zu haben, auch die inzwiſchen wirklich Statt gefundene, angeführtermaßen, veränderliche „Vorrückung“ hinzurechnen müſſen. Da dieß aber, wie man von ſelbſt einſieht, Schwierigkeiten hat, und da der Unterſchied überdieß nicht groß iſt, ſo begnügt man ſich mit Hinzurechnung eines Mittelwerthes der „Vorrückung,“ und erhält dieſergeſtalt alſo auch ein „mittleres Aequinoctium“ für den neuen Zeitpunct, wie ich den Begriff hier eben aufklären wollte.

Nehmen wir, um dieß mit weiterer Benützung unſeres obigen Beiſpieles noch mehr zu erläutern, an, man habe an jenem 1ſten Januar 1800 den öſtlichen Abſtand des Fixſterns vom Frühlings-Aequinoctium auf der Ekliptik (ſeine „Länge“) ganz genau = 15°, und damit alſo, umgekehrt, die hier eigentlich in Rede ſtehende augenblickliche wahre Lage des Frühlingspunctes auf der Ekliptik = 15° weſtlich vom Sterne gefunden, und wolle dieſe Lage demnächſt für den 1ſten Januar des folgenden Jahres 1801 haben, ſo begnügt man ſich, jenen 15 Graden weſtlichen Abſtandes des Aequinoctialpunctes vom Sterne für 1800 die mittlere „Vorrückung“ auf 1 Jahr mit (Gleichung der Nachtgleichen, S. 651) 50″ hinzuzurechnen, und nennt demnächſt

* Die gelehrte Aſtronomie begnügt ſich dann „M. A.“ zu zeichnen, ohne die hier von mir beigebrachte Erläuterung erſt beſonders nothwendig zu finden.

die ſo beſtimmte Lage des Aequinoctialpunctes das mittlere Aequinoctium für (1. Januar) 1801.

Soll dann die Länge eines andern Geſtirns für die nämliche Zeit beſtimmt werden, ſo mißt (beſtimmt) * man ſeinen Längen-Abſtand vom obigen „Vergleichs-“ („Fundamental-“) Stern, und rechnet dieſem eben gemeſſenen Abſtande die Länge des Vergleichsſternes ſelbſt (die obigen 15° 50″ weſtlicher Entfernung des Aequinoctialpunctes vom Vergleichsſterne) hinzu: die Summe gibt ſodann die geſuchte Länge mit Bezug auf das „mittlere Aequinoctium“ („M. A.“) 1801. — Deutlicher weiß ich nicht zu ſeyn, und beſchließe mit dieſer Auseinanderſetzung ** den gegenwärtigen Artikel.

* Ich füge dieß „beſtimmt“ (leitet ab) hinzu, weil man, wie wir wiſſen, die „Längen“ jetzt nicht gern mehr unmittelbar mißt, ſondern vielmehr aus den beobachteten geraden Aufſteigungen, von denen auch im citirten Art. „Fundamentalſterne“ zunächſt nur die Rede iſt (in Verbindung mit den „Abweichungen“) berechnet.

** Da ſich dieſelbe, ſoviel ich weiß, noch in keinem andern aſtronomiſchen Werke vorfindet, ſo verbinde ich wohl einige, mit dem Gegenſtande, wie ich ausdrücklich vorausſetze, ſchon vertrauetere Leſer, wenn ich doch hinzufüge, wie ſich ein gelehrter Freund über die Sache ausdrückt:

„Ich unterſcheide,“ ſchreibt mir derſelbe aber, „die verſchiedenen Aequinoctien folgendermaßen: Habe ich ein unbekanntes Wandelgeſtirn, z. B. einen Kometen, dreimal beobachtet, und will ich nun die Bahn aus dieſen Beobachtungen ableiten, ſo reducire ich die benützten Vergleichsſterne entweder auf den Anfang des Jahres oder auf einen andern beliebigen Tag des Jahres, blos hinſichtlich der allgemeinen oder mittlern Präceſſion; und die Elemente: ☊ und Länge des Perihels, gelten dann für das mittlere Aequinoctium der angenommenen Epoche. Habe ich aber dabei noch die Nutation berückſichtigt, ſo nenne ich es das wahre, und habe ich endlich auch die aberratio ſixarum angebracht, das ſcheinbare Aequinoctium.“

Nachtgleichen, Vorrücken derſelben, ſ. Vorrücken.

Nadir, Fußpunct; Nadir; *Nadir.* Dieſen urſprünglich Arabiſchen Namen gibt man in der Aſtronomie dem, dem Zenith (Scheitelpuncte) des Beobachters diametral entgegengeſetzten Puncte des dabei von ſtrenger Kugelform angenommenen Erdkörpers, oder der concentriſchen, ſcheinbaren Himmelskugel: die durch die Erdkugel hiedurch verlängerte Scheitellinie (der dieſelbe repräſentirende und alſo das Centrum treffende Erd-Radius) bezeichnet den „Fußpunct" in der unſichtbaren (durch den Horizont abgeſchnittenen) Hälfte der Erd- oder Himmelskugel: dem Beobachter z. B. unter dem Nordpole, und welchem letzterer das Zenith iſt, bildet der entgegengeſetzte: der Südpol, das Nadir; das Nadir des Beobachters iſt hier das Zenith ſeines Gegenfüßlers, — und dem würde, wie geſagt und wie man auch leicht einſieht, überall ſo ſeyn, wenn der Erdkörper die oben vorausgeſetzte vollkommene Kugelgeſtalt hätte. Seine Abplattung (vergl. d. Art.), d. h. ſeine Abweichung von der reinen Kugelgeſtalt, veranlaßt dagegen natürlich, daß der angeführte Satz außer für die beiden Pole, ſtreng nur noch für den Aequator wahr iſt. Bei der Geringfügigkeit jener Abweichung deute ich dieß jedoch bloß an; — und es iſt auch außerdem über „Nadir" nur noch zu bemerken, daß jeder Punct der Erdoberfläche, gleichwie ſein eigenes Zenith, und ſeinen eigenen Horizont, alſo auch ſein eigenes „Nadir" hat, und daß jede Veränderung des Orts auf der Erde daher von einer verhältnißmäßigen Veränderung des „Nadirs" begleitet iſt.

Natur; Natura; *Nature.* Dieſes Wort bedeutet im allgemeinſten und weitläufigſten Verſtande den Inbegriff aller Eigenſchaften der Körper (der Dinge), alſo auch der Himmelskörper, in welchem Sinne wir uns oft ſolcher Ausdrücke bedient haben, wie z. B.: „die Natur (Naturbeſchaffenheit) dieſes oder jenes andern Planeten ſey von der Naturbeſchaffenheit unſerer Erde in der und der Art verſchieden, in anderer Art aber mit letzterer übereinſtimmend u. ſ. w." Nur hinſichtlich dieſer aſtronomiſchen Anwendung darf aber der Ausdruck hier auch Aufführung und Erklärung finden.

Naturbegebenheiten, ſ. Phänomene.

Naturgeſchichte; Historia naturalis; *Histoire naturelle.* Dieſen Namen führt diejenige Wiſſenſchaft, welche uns die natürlichen Körper zunächſt auf dem Planeten Erde in angemeſſener Ordnung kennen lehrt: die hiſtoriſche Kenntniß der ſinnlichen Gegenſtände auf dieſem Planeten. Mit demſelben Rechte findet der Ausdruck aber offenbar Anwendung auch auf die übrigen Planeten (oder vielmehr Weltkörper überhaupt); und die dießfallſigen Andeutungen, welche wir z. B. mit Bezug auf den Jupiter, den Erdmond u. ſ. w. gemacht haben, könnten unter der Benennung einer planetariſchen „Naturgeſchichte" zuſammen begriffen werden, aus welcher aſtronomiſchen Rückſicht der Artikel hier alſo Aufführung finden mußte. — Vielleicht erwirbt die Aſtronomie auf dieſem Gebiete einſt noch Stoff genug, um ein eigenes Werk ſolcher* „planetariſchen Naturgeſchichte" geben zu können.

Naturgeſetze; Leges naturae; *Loix de la nature.* Mit dem Namen der „Naturgeſetze belegt man gewiſſe, aus der Naturbeobachtung abſtrahirte allgemeine Regeln, nach welchen ſich dieſe oder jene Wirkungen und Veränderungen in der Körperwelt zutragen. Die allgemeine Darſtellung dieſer „Naturgeſetze," wie ſie von der Naturlehre (irdiſchen Phyſik) ausgeführt wird, muß unter dem aſtronomiſchen Geſichtspuncte auf die Betrachtung der „Himmelsgeſetze" eingeſchränkt bleiben, unter welchem Geſichtspuncte ſich das hierher Gehörige darüber beſonders in unſeren beiden Art. Gra-

* Kant's bekannte (und vortreffliche) „Allgemeine Naturgeſchichte des Himmels" (4te Aufl. Zeitz. 1808. gr. 8.) iſt keine „Naturgeſchichte" im obigen Sinne, ſondern handelt „von der Verfaſſung und dem mechaniſchen Urſprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'ſchen Grundſätzen." — Der H. Verfaſſer nimmt das Wort in einer weiteren Bedeutung.

vitation und Himmelsmechanik abgehandelt findet.

Naturlehre, ſ. Phyſik und Phyſiſch, wo ſich namentlich auch der Begriff der „phyſiſchen“ Aſtronomie näher erläutert findet.

Nautik, ſ. Schifffahrtskunde, wohin dieſerwegen ſchon öfter verwieſen worden.

Nebelſterne, Nebelflecke; Stellae nebulosae; *Étoiles nébuleuses.* Bei genauerer Betrachtung des Firſtern-Himmels bemerkt man vielfach ſchon mit bloßen Augen, noch weit mehr aber mit Fernröhren, lichte Gegenſtände, welche ſich wie Wölkchen von hellerem oder minderem Lichte ausnehmen, und denen man den Namen der „Stern-, der (Himmels-) Nebel,“ „Nebelflecke,“ „nebligen Sternhaufen,“ beigelegt hat. Als ein ſolcher „Stern-Nebel“ erſcheint z. B. ſchon dem bloßen Auge der Sternhaufen im Bilde des Krebſes, und ein anderer im Degengriffe des Perſeus; allein dieſe löſen ſich bereits bei Anwendung auch nur ſchwacher Fernröhre in eine Menge ſcheinbar ſehr dicht bei einander ſtehender Sterne auf. Dagegen gibt es andere ſolche Flecke, wie der „Nebelfleck“ in der Andromeda, welche dem bloßen Auge zwar wieder den nämlichen Anblick gewähren, denſelben aber auch im Fernrohre beibehalten (eigentliche „Nebelflecke“). Und endlich, drittens, nimmt man auch einzelne, in einen ſolchen Nebel eingehüllte Sterne wahr. — Die Beobachtung dieſer „Himmels- (dieſer Sternen-) Nebel“ iſt bereits früher gemacht; ſchon Marius (Simon), Deutſcher Aſtronom (geb. in Franken, mit dem Vaternamen Mayer, geſt. 1634; wir finden ihn im Art. Nebenplaneten als Entdecker der Jupitersmonde wieder) erwähnt, wie Montücla (vergl. deſſen viel citirte „Histoire des Mathématiques.“ II. 285), nachweiſt, den oben angeführten „Nebelfleck“ in der Andromeda. Galilei („Nuncius sidereus.“ 4. Band der Mailänder Ausg. ſämmtl. Werke. 332. *) ferner, mit ſeinem neu entdeckten Fernrohre, wies die einzelnen Sterne in dem auch ſchon oben genannten „Nebelflecke“ des Krebſes nach. Und den merkwürdigſten aller dieſer eigentlichen (wie geſagt, durch unſere Fernröhre in Sterne nicht auflösbaren) „Nebelflecke,“ nämlich den durch ſeine Geſtalt höchſt ausgezeichneten * „Himmelsnebel“ am Schwerte des Orion, fand ſchon Huygens, der uns bekannte Haag'ener Aſtronom, der Entdecker der Saturnsmonde, und beſchreibt ihn im „Syst. Saturn.“ Opera III. 540. als einen dreifachen, mit einem unförmlichen Lichte umgebenen Stern („lucida regio ambit, irregulari figura, ita ut coelum hiatu quodam interruptum videatur, *per quem in plagam magis illustrem* sit prospectus“).

Eine genauere und ſyſtematiſche Verfolgung dieſes Gegenſtandes verdanken wir jedoch wieder nur erſt Herſchel (dem Vater), welcher ſich darüber, auf Grund der ſorgfältigſten Beobachtungen, namentlich in ſeiner Schrift „Ueber den Bau des Himmels.“ Deutſche Ueberſetzung. Lpzg. 1826. gr. 8. passim, ausführlich äußert. Die Sternhaufen ſind danach ein Phänomen, das ſich nothwendig zeigen muß, ſo oft wir von der Erde aus eine große Menge Sterne nach einerlei Himmelsgegend oder faſt nach Einerlei Linie hin ſehen; — was ich in dieſem Bezuge im Art. Milchſtraße beſonders S. 122. beigebracht habe, wird hier ſehr gut Anwendung finden. So nahe ſich dieſe Sterne, dieſe Sonnen, dieſe Syſteme zu ſeyn ſcheinen, ſo ſehr weit können ſie doch in der Wirklichkeit von einander abſtehen, und jene ſcheinbare Zuſammenhäufung entſpringt daher nur aus der Unendlichkeit der Entfernung, welche die Abſtände ſo klein erſcheinen läßt. Man könnte dieſe „Sternhaufen,“

* Man hat, auſſer dieſer, aber auch beſondere Ausgaben: Venet. 1610. 4. und Frf. 1610. 8. — Das vortreffliche Werk ſollte einen würdigen Deutſchen Bearbeiter finden.

* Ich bin nicht ausführlicher darüber, da ich weiß, daß die, auch nur mit einem ſchwachen Fernrohre, welches dazu hinreicht, verſehenen Leſer, gerade dieſen „Nebelfleck“ zu einem gewöhnlichen Gegenſtande ihrer eigenen Beobachtungen machen. Andere Leſer finden überall Abbildungen deſſelben vor, welche aber freilich die, demnach ſo leicht anzuſtellende Selbſtbetrachtung nicht ganz erſetzen.

bei der Möglichkeit, ſie mit dem Fernrohre wenigſtens doch in ſo weit zu erreichen, daß ſie ſich in Sonnen auflöſen laſſen, vielleicht noch zu unſerem Weltſyſtem zählen. Die „eigentlichen,“ alſo durch unſere ſtärkſten Inſtrumente in ihre Sterne gar nicht mehr auflösbaren und demnach noch unendlich weiter entfernten Nebelflecke bilden dagegen nach den erhabenen Ideen, welche, nächſt Herſchel, beſonders auch Kant „Naturgeſchichte des Himmels.“ 4. Auflage. Zeitg. 1808. gr. 8. (eine Ehrfurcht gebietende Arbeit), S. 83 flgd., darüber äußert, höchſt wahrſcheinlich ganz andere, von unſerem Weltſyſtem durchaus verſchiedene, fremde Weltſyſteme, in deren Specielles uns gar kein Einblick mehr geſtattet iſt, und von denen wir nur noch den vereinten Lichtſchimmer als ſolchen „Himmels-Nebel“ gewahren. —

Die „einzelnen,“ von Nebel eingehüllten Sterne endlich anlangend, ſo ſind ſie wohl als erſt im Werden begriffene Weltkörper anzuſehen. Die Schöpfung iſt, wie auch Kant (l. c.), dieſem öfter (beſonders Fixſterne, S. 542) von mir vorgetragenen Gedanken beitretend, kein geſchloſſener, ſondern ein eben ſo unendlich fortgehender Act, wie der Raum unendlich iſt, in welchem ſich das Schöpfungswerk zuträgt; und wenn man alſo die Bildung eines entſtehenden Weltkörpers als eine allmälige Zuſammenballung desjenigen „Weltenſchöpfungsſtoffes“ (vergl. d. A.) betrachtet, womit das ganze Univerſum geſchwängert iſt, ſo mag auch ein ſolcher „Einzel-Nebelſtern“ allwohl als ein erſt entſtehender Weltkörper angeſehen werden, bei welchem jene Zuſammenballung und Verdichtung nicht ganz vollendet iſt, ſo daß noch eine, derſelben entgegenſehende Nebelhülle übrig bleibt. — Mehr vertiefe ich mich jedoch in dieſe, der Hypotheſe, wie man ſieht, einen zu weiten Spielraum eröffnende Materie nicht, ſondern überlaſſe Leſern, denen die gemachten Andeutungen nicht genügen ſollten, die eigene weitere Verfolgung des hehren Gegenſtandes in den citirten Werken von Herſchel und Kant (das letztere Kantſche Werk ſollte ohnedieß als ein wahres Erbauungsbuch in Ihrer Aller Händen ſeyn!); und bemerke ſchließlich nur noch, daß ſich detaillirte Verzeichniſſe ſolcher „Himmels-Nebel,“ nach gerader Aufſteigung (AR) und Poldiſtanz (P), beſonders auch in des verewigten Wiener Aſtronomen Littrow viel verbreiteten „Wunder des Himmels.“ 2. Aufl. Stuttgart 1837. gr. 8., S. 496 flgd., vorfinden.

Nebenmonde; Paraselenae; *Parasélènes.* Dieſe Erſcheinung, welche zu den glänzenden oder optiſchen Meteoren gerechnet wird und darin beſteht, daß man außer dem wahren Monde noch Bilder von ihm am Himmel ſieht, welche meiſtens durch einen hellen Ring oder Kranz mit einander verbunden ſind, gehört in ihrem Detail eigentlich vor die irdiſche Meteorologie (wohin ich die Leſer auch wegen des verwandten Phänomens der Höfe um Sonne und Mond, vergl. d. A., verwieſen habe). Ganz übergehen durfte ich den Gegenſtand nicht, da der Name einen aſtronomiſchen Bezug wenigſtens anzukündigen ſcheint, wie ich denn aus demſelben Grunde auch der, in dieſelbe Kategorie gehörigen Nebenſonnen, und zwar noch etwas ausführlicher, erwähnen werde. Erklären läßt ſich, wie ich indeß gleich bemerke, das ſchöne Schauſpiel aus der Annahme von in der Luft ſchwebenden Eisnadeln; geſehen haben es gewiß ſchon die meiſten meiner Leſer ſelbſt, erinnern ſich ſchließlich auch wohl daran, daß bereits Ihr Plinius („Hist. nat.“ II. 32.) eine Beſchreibung davon beibringt.

Nebenplaneten, Monde, Trabanten, Satelliten der Planeten; Planetae secundarii, Lunae, Satellites planetarum; *Planètes du second ordre,* Lunes, Satellites. Dieſen Namen gibt die Aſtronomie denjenigen Weltkörpern unſeres Sonnenſyſtems, welche zunächſt um einen Hauptplaneten laufen, und nur als Begleiter („Trabanten,“ „Satelliten“) desſelben zugleich mit und von ihm um die Sonne geführt werden; ſo iſt unſer, in dieſer Art zunächſt um den Hauptplaneten Erde kreiſende, zugleich aber mit (der — ich ſage nicht ohne Abſicht ſo — Scheibe) ſeiner ganzen Bahn vom letzteren um die Sonne geführte Mond

ein „Nebenplanet“; ſo ſind es (vergl. unten) die Monde des Jupiter u. ſ. w.*

Vor der Erfindung der Fernröhre war, um mit dem Geſchichtlichen anzuheben, außer dem Erdmonde, über welchen ich im beſondern Art. Mond ausführlich handle, ſo daß von dieſem Nebenplaneten hier keine weitere Rede iſt, ein anderer „Nebenplanet“ durchaus nicht bekannt; in den älteren Syſtemen ward ſelbſt der Erdmond zu den Hauptplaneten, welche man ſämmtlich um die Erde gehen ließ, gerechnet. Nach dem Copernikaniſchen Syſteme ſchien es eine Ausnahme von der Regel und (vergl. die Anmerk.) ein beſonderer Vorzug der Erde zu ſeyn, daß ſie einen eigenen Mond habe; die Fernröhre zeigten jedoch bald nachher, daß die Begleitung durch Monde, außer dem Planeten Erde, auch noch mehreren Planeten: dem Jupiter, Saturn und Uranus** gemein iſt; — und der Planet Jupiter gewährte zuerſt dieſe Ueberzeugung.

Schon im November des Jahres 1609 bemerkte nämlich Simon Marius (wir haben in dieſer Rückſicht ſeinetwegen nur erſt im kurz vorangehenden Art. Nebelflecke hierher verwieſen), Mathematikus der Brandenburg'ſchen Marggrafen in Franken, durch eines der erſten, nach Deutſchland gekommenen Holländiſchen (Galilei'ſchen) Fernröhre (vgl. d. Art. S. 425.), um den Jupiter, welcher damals rückläufig war (in Oppoſition ſtand, und alſo die ganze Nacht hindurch beobachtet werden konnte), einige kleine, ihn begleitende und mit ihm immer in gerader Linie bleibende Sternchen. Er kam bald auf den Gedanken, daß dieſe Sternchen dem Jupiter zugehören möchten, und erlangte im März des folgenden Jahres die Gewißheit, daß ſie vier an der Zahl und Monde des Jupiter ſeyen, zögerte aber mit der Bekanntmachung ſeiner Entdeckung bis 1614, zu welcher Zeit er erſt ſeine Schrift darüber: „Mundus Jovialis, a. 1609 detectus, ope perspicilli Belgici.“ Norib. 1614. 4., mit Tafeln über die Bewegung dieſer Sterne erſcheinen ließ, welche Sterne er, ſeinem Marggrafen zu Ehren, „Sidera Brandenburgica“ nannte.

Inzwiſchen hatte Galilei durch ein von ihm ſelbſt zuſammengeſetztes Fernrohr (vergl. wieder d. Art. S. 435) dieſe Sterne am 7ten Januar 1610 ebenfalls geſehen, kam aber dem Marius in ſchneller Beurtheilung, genauer Beobachtung und Bekanntmachung der Sache weit zuvor. Denn noch in demſelben Jahre theilte er die Nachricht von der Entdeckung der Jupitersmonde in ſeinem „Nuncius sidereus.“ Venet. 1610. und Frf. 1610. 8. der Welt mit, fügte Beſtimmungen über die Umlaufszeiten dieſer Monde um ihren Hauptplaneten hinzu, welche genauer als die des Marius ſind, und nannte die entdeckten Geſtirne, ſeinerſeits zu Ehren des Großherzoglich-Toscaniſchen Hauſes, „Sidera Medicea.“ Seine Behauptungen wurden zwar anfänglich mannigfach beſtritten*;

* Ich habe im A. Mond, S. 145. darauf aufmerkſam gemacht, daß die Erde der einzige Planet iſt, welcher Einen Mond beſitzt; die anderen von Monden begleiteten Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus, haben ſämmtlich mehrere Monde. Dieſer Erdmond zeichnet ſich aber, vieler anderen Verſchiedenheiten, worauf mich mein Vortrag allmälig führen wird, nicht zu gedenken, überdieß beſonders noch dadurch aus, daß ſeine Bahn nahe mit der Ekliptik zuſammenfällt (einen bedeutenden Winkel mit dem Aequator macht); wogegen die Bahnen aller übrigen Monde (ſ. oben) in der (erweiterten) Ebene des Aequators ihrer reſpectiven Hauptplaneten liegen. Ich komme gleich hierauf zurück.

** Auch beim Mars (ſ. d. A. S. 80.) hat man Gründe, Monde („Nebenplaneten“) zu vermuthen; da ſie aber noch nicht entdeckt ſind, ſo thue ich ihrer hier weiter keine Erwähnung. Venus dagegen, welcher man (vergl. nicht weniger dieſen A.), ebenfalls einen „Nebenplaneten“ hat beilegen wollen, beſitzt höchſt wahrſcheinlich keinen.

* Ich wünſche und hoffe, wenigſtens die allermeiſten meiner Leſer durch Mittheilung der nachſtehenden, mir über dieſen Gegenſtand, gleichwie über die aſtronomiſche Thätigkeit des großen Galilei überhaupt, eben zugehenden, überaus in-

allein beim Allgemeinerwerden der Fern-röhre ſiegte die Wahrheit bald; — und namentlich beſtätigte Keppler: „Narratio de observatis a se quatuor Jo-

---

tereſſanten Notiz zu verbinden; dieſelbe kann zugleich als eine neueſte Vervollſtändigung der von dieſem bewunderns-würdigen Manne im Art. Fernrohr, S. 435. gegebenen Biographie dienen:

Galilei's Handſchriften über die Jupiters-Trabanten.

Berlin, im Januar 1846. In öffentlichen Blättern iſt wiederholt ſchon von der Auffindung Galilei'ſcher Schriften, die man verloren glaubte, die Rede geweſen. Die Notizen darüber ſind aber ſo ſchwankend und ungenau, daß eine Darlegung des eigentlichen Sachverhältniſſes und eine Angabe über den Inhalt dieſer Manuſcripte Manchem willkommen ſeyn dürfte. Zu dieſer Darlegung gibt eine kleine Schrift von E. Alberi, dem man die in Florenz begonnene neue Ausgabe der ſämmtlichen Werke des großen Naturforſchers und Philoſophen verdankt, Veranlaſſung wie Stoff. Sie heißt: „De Galilei Galileii circa Jovis satellites lucubrationibus quae in I. et R. Pittiana Palatina Bibliotheca adservantur ad clar. et rev. Patrem Johannem Inghiramium Eugenii Alberii brevis disquisitio.“ Geſchichtliche Daten finden ſich vorausgeſchickt. Im Sommer des J. 1609. erfand Galileo Galilei, damals Profeſſor der Mathematik an der Univerſität Padua, das Fernrohr. Mittelſt deſſelben entdeckte er am Abend des 7ten Januar folgenden Jahres vom Obſervatorium zu Padua aus die Trabanten des Jupiter, denen er, zu Ehren des toscaniſchen Herrſcherhauſes, den Namen der Mediceiſchen Planeten gab. Lange und heftig wurde die Exiſtenz derſelben in wie auſſerhalb Italiens beſtritten. Ohne ſich durch Widerſpruch irre machen zu laſſen, und ohne ſich mit der bloßen Ehre der Entdeckung zu begnügen, fuhr Galilei fort, ſich mit der Unterſuchung der neuen Wandelſterne zu beſchäftigen — eine Beſchäftigung, die bald auch für das Praktiſche der Wiſſenſchaft folgenreich ward. Bis dahin hatte die Beſtimmung des geographiſchen Längengrades große Schwierigkeiten gehabt: man bediente ſich zu dieſem Behufe namentlich der Mondfinſterniſſe; wobei nicht nur die Seltenheit des Vorkommens derſelben, ſondern auch die in der Berechnung von Anfang, Mitte und Ende derſelben nur zu häufig vorfallenden Irrthümer große Ungenauigkeiten verurſachten. Als Galilei die häufige und faſt augenblicklich eintretende Verfinſterung der Jupiterstrabanten wahrnahm, wurde ihm ſogleich klar, von wie erheblichem Nutzen ſie für Geographie und Nautik werden konnten. Die Schwierigkeiten, welche in der Kleinheit, Aehnlichkeit, Nähe und raſchen Bewegung der Planeten lagen, wie in dem mangelhaften Zuſtand ſeiner erſten Inſtrumente und der Uhr ſchreckten ihn nicht; nach einer „atlantiſchen Anſtrengung“ wie er ſelber in einem an den toscaniſchen Staatsſecretär Vinta von Rom aus am 1ſten April 1611. geſchriebenen Briefe ſich ausdrückt, gelang es ihm, die Zeit der Umwälzungen jedes der Trabanten mit ziemlicher Genauigkeit zu meſſen und Ort wie Configuration zu beſtimmen. Dieſe erſten glücklichen Reſultate waren für Galilei nur eine Aufforderung, dieſen Unterſuchungen nochmals alle ſeine Kräfte zu widmen, um die Zeit und die Bewegungen jener Sterne für alle kommenden Zeiten genau zu berechnen. Viele Jahre gingen darüber hin, bis andere Beſchäftigungen, Krankheit und Unfälle ihn nöthigten, die Forſchungen unvollendet liegen zu laſſen. Die Erblindung, welche ihn im Jahr 1637. betraf, beraubte ihn jeder Hoffnung, dieſe Arbeit ſelbſt zu beendigen. Da kam er auf den Gedanken, ſeinen vormaligen Schüler, den Abate Don Vincenzo Renieri, aus dem Olivetanerorden, Profeſſor der Mathematik zu Piſa, zur Fortſetzung des Begonnenen aufzufordern. Dieſem übergab er ſeine Berechnungen und Beobachtungen, wie wir aus einem Schreiben wiſſen, das er am 18ten Auguſt 1640. an Benedetto Caſtelli richtete. Nicht lange darauf ſtarb er, am 8ten Januar 1642.

Der fleißige und gelehrte Geiſtliche fuhr fort am Werk, und arbeitete allmälich Tabellen über die Bewegungen dieſer Planeten aus, die er, ſo wie ſie entſtanden, ſeinem Lehrer und dem Groß-

vis satellitibus erronibus.“ Pragae 1610. 4., die Sache auf Grund eigener Beobachtung, äußerte auch ſeine triumphirende Freude über die Entdeckung in

herzog Ferdinand II. mittheilte, und auch zu veröffentlichen vorhatte. Aber auch er ſtarb im Jahr 1648. Bei ſeinem Tode verſchwanden ſeine und Galilei's Papiere. Alle die darüber geſchrieben, von Galilei's Schüler Viviani an bis auf unſere Zeit, beklagen ſie als verloren. Es hieß, die Inquiſition habe ſich derſelben bemächtigt; Libri in Paris, in ſeinem Essai sur la vie et les travaux de Galilée (Revue des deux Mondes, 1841.) führt ohne weiteres als Thatſache an, was ſeine Vorgänger bloß vermutheten: „Renieri vit à son lit de mort ses papiers mis au pillage et dispersés par les suppôts du Saint Office.“ Indeß wußte man längſt durch einen Brief des Enkels Galilei's, daß Renieri's Nachlaß in die Hände eines Piſaners, des Cav. Agoſtini, gelangt war; aus hingeworfenen Aeußerungen dieſes letztern durfte man ſchließen, daß die Arbeiten über die Mediceiſchen Sterne ſich darunter befanden. Die Inquiſition war dießmal mit Unrecht beſchuldigt worden, wie denn überhaupt ihr Verfahren gegen Galilei in einigen Puncten falſch dargeſtellt worden iſt. Aus Piſa kamen in den Beſitz des jetzigen Großherzogs die Galilei'ſchen Manuſcripte, welche nach Albèri's Anſicht die vollſtändige Sammlung der Unterſuchungen über die Jupiters-Satelliten bilden. Sie befinden ſich in der Palatina (der großherzoglichen Privatbibliothek), im Palaſt Pitti, wo bekanntlich eine reiche Sammlung Galilei'ſcher Handſchriften aufbewahrt wird. Es ſind drei Bände, der erſte mit der Aufſchrift: Le osservazione e i calcoli delle Stelle Medicee fatti da Galileo dal 1610 al 1619, der zweite: Calcoli per le Medicee; der dritte: Diverse osservazioni per le costituzioni delle Medicee scritte dal padre Renieri, monaco Olivetano. Albèri beſtrebt ſich nun zu beweiſen, daß in den beiden erſten Theilen ſämmtliche Arbeiten Galilei's bis zum Jahr 1619, wie ſie von ihm ſeinem Mitarbeiter übergeben wurden, enthalten ſind, und daß Galilei nach dem genannten Jahr dieſe Unterſuchungen völlig ruhen ließ. Die Gründe, die er anführt, und die er theils durch Stellen aus Briefen des Verfaſſers, theils durch Beweiſe der Uebereinſtimmung der von Renieri gemachten Auszüge und Notizen verſtärkt, ſcheinen überzeugend, ſo daß man mit ihm annehmen darf, daß dieſe Bände, 1056 Seiten zählend (ohne Renieri's Arbeit), die ganze Serie der Schriften des großen Mannes über dieſen Gegenſtand enthalten. Es iſt eine unendliche Menge von Berechnungen und Bemerkungen, mit Tabellen und Erläuterungen derſelben, zum Theil mit ſpätern Verbeſſerungen und Entwickelungen. Man hat begonnen, dieſe Papiere zu ordnen, denn in ihrem bisherigen Zuſtande war keine genaue Vergleichung, noch Benützung möglich. Die baldige Bekanntmachung dieſer Schriften in der neuen Ausgabe der ſämmtlichen Werke wurde bereits im Mai vorigen Jahres in Ausſicht geſtellt. Dieſe neue Ausgabe, von welcher der erſte Band in trefflicher Ausſtattung erſchienen, wird überhaupt nicht nur einen nach Handſchriften, namentlich nach dem reichen Schatze der in der Palatina aufbewahrten, gereinigten und verbeſſerten Text der bisher gedruckten Werke bringen, ſondern manches Neue, was in den bisherigen Ausgaben nicht enthalten iſt. Ja die Maſſe dieſes Neuen wird den Umfang derſelben auf ein Drittel über den der bisher vollſtändigſten ſteigern; denn ſo viel man ſich auch mit Galilei beſchäftigt hat, ſo ſind doch die Sammlungen ſeiner Werke weit davon entfernt zu genügen. Die erſte derſelben erſchien zu Bologna in zwei Quartbänden 1656, herausgegeben von Carlo Manoleſſi, welchem der Prinz, nachmals Cardinal Leopold v. Medici, viele Inedita mittheilte. Darauf folgte die Florentiner Ausgabe von 1718 in drei Quartbänden (der dritte enthält lauter Ungedrucktes), beſorgt von dem rühmlich bekannten Monſignor Bottari und von T. Bonaventuri, und die Paduaner in vier Bänden 1744, wiederum vielfach vermehrt und herausgegeben von dem Aſtronomen Abate Toaldo. Dieß ſind die von der Akademie der Crusca bei ihrem Wörterbuch benutzten Ausgaben. Die neueſte iſt die Mailänder, in

einer zweiten Schrift: „Dissertatio cum nuncio sidereo ad Galileum missa.“ Prag. 1610. 4.,* indem dadurch die von ihm verfochtene Copernikaniſche Anſicht von der Bewegung der Erde mit ihrem Monde beſtätiget wurde, da man den Jupiter mit ſeinen nun entdeckten Monden in Bewegung ſah. — Das Geſchichtliche über dieſe Entdeckung läßt ſich alſo dahin reſumiren, daß der deutſche Beobachter ſie wirklich früher gemacht, der Italiener ſie aber früher veröffentlichet hat; — und ich kann danach alſo zur eigentlichen aſtronomiſchen Betrachtung zunächſt dieſer vier Jupitersmonde (Jupiters „Nebenplaneten“) ſelbſt übergehen.

Verſinnlichen wir uns ſonach, um von dieſem Jupiters-Mondenſyſteme nur alsbald erſt eine recht anſchauliche Vorſtellung zu erhalten, die frei im Raume ſchwebende, ungeheure (die Erdkugel — vergl. Jupiter, S. 826 — an Volumen 1300 Mal übertreffende) Jupiterskugel, und denken wir uns die, nahe mit der Bahn-Ebene (Jupiters-Ekliptik; ich komme gleich hierauf zurück) zuſammenfallende Scheibe des Aequators dieſes Planeten ringsum erweitert, auf dieſer Erweiterung aber vier (vergleichsweiſe, ſehr) kleine Kügelchen, welche in verſchiedenen Abſtänden vom Centrum der Scheibe (dem Mittelpuncte der Jupiterskugel), in alſo concentriſchen Kreiſen,* um daſſelbe rollen; ſo hat man den Jupiter mit ſeinen vier Monden vor Augen; — und kann ſich danach ein Syſtem (Jovilabium, ſ. d. A.) von Pappe machen.

Zuvörderſt iſt alſo, wie ich in der vorausgehenden Anmerkung darauf vorbereitet habe, zu merken, daß dieſe Jupitersmonde nicht, wie der Erdmond, bald nördliche, bald ſüdliche Abweichung bekommen, ſondern ſtets (wenigſtens ſehr nahe**) im Aequator ihres Hauptplaneten bleiben (alle vier ſtets über dem Aequator des Jupiter ſchweben). Ihre Abſtände von deſſen (von des Jupiters) Mittelpunte betragen dabei ferner:

der bekannten Sammlung der Claſſiker, 1808 bis 1811. Sie füllt dreizehn Octavbände, hat manches Neue, iſt aber minder correct. Der verdienſtvolle Gamba gibt in ſeiner vielgebrauchten Bibliographie: Serie dei testi di lingua, ausführlichere Notizen über dieſe Editionen, welche von der neuern ſo an Vollſtändigkeit und Correctheit, wie an Schönheit der Ausſtattung werden übertroffen werden. Alles, was von dem großen Verehrer Galilei's, G. B. Clemente Nelli (der die Inſchrift an der kleinen Villa auf dem Hügel von Areatri bei Florenz, wo Galilei ſeine letzten Lebensjahre zubrachte, ſetzen ließ), bei Gelegenheit der Abfaſſung ſeines Buches: Vita e commercio letterario di G. G. (1793), geſammelt, und mit andern Documenten vermehrt von G. B. Venturi zu Modena, 1818 bis 1821, herausgegeben ward, wird nebſt den Reſultaten ſpäterer Forſchungen in dieſer Sr. kaiſ. Hoh. dem Großherzog von Toscana gewidmeten und von ihm durch großmüthige Unterſtützung geförderten Ausgabe Platz finden. Der Herausgeber, Albéri, aus Bologna gebürtig, jedoch in Florenz wohnend, iſt dem Publikum durch hiſtoriſche Arbeiten vortheilhaft bekannt; — und nachträglich zu dieſer Notiz iſt nur noch zu bemerken, daß gegen Ende des oben erwähnten Jahres 1846: „*Galilaei* in Jovis satellites lucubrationes, quae per ducentos fere annos desiderabantur, ab Eugenio *Alberio* in lucem vendicatae“ — endlich wirklich erſchienen ſind.

* Dieſe Anführungen können zugleich zur Vervollſtändigung der Literar-Notizen über Kepler (in Kepler's Regeln, S. 890.) dienen. Freilich iſt die Zahl der Gelegenheits-Schriften dieſes wunderbaren Mannes ſehr groß.

* Eigentlich freilich, wie (vergl. d. A., S. 92.) die Bahnen aller Geſtirne, Ellipſen; die Abweichung vom Kreiſe (die Excentricität) iſt aber ſo gering, daß hier davon abgeſehen werden kann.

** Die Abweichung beträgt nur wenige Grade; ich gehe hier nicht weiter darauf ein.

in Halbmeſſern der Jupiterskugel:	in geogr. Meilen (Jupiters Halbmeſſer = 10000 ſolcher Meilen):
des 1ſten (innerſten, dem Jupiter nächſten) 6,	 60000,
des 2ten 9,	 90000,
des 3ten 15,	 150000,
des 4ten (des fernſten) . . 27,	. . . . 270000;

und es findet ſich dabei der merkwürdige Umſtand für das Geſetz dieſer Abſtände, daß ſie wachſen, wie die Glieder der geometriſchen Reihe 3, 6, 12, 24, wenn man zu jedem dieſer Glieder 3 addirt, welches, wie oben, 6, 9, 15, 27 gibt und an ein ähnliches Geſetz der planetariſchen Abſtände von der Sonne (die „Wurm'ſche Reihe *) erinnert.

Selbſt der innerſte (nächſte) dieſer Monde ſteht demnach von ſeinem Hauptplaneten noch (10000 Meilen **) weiter, als unſer (bekanntlich nur 50000 Meilen von der Erde entfernte) Mond von uns ab; allein die ſo ſehr überwiegende Maſſe des Jupiter bewirkt durch ihren ſtärkeren Gravitations- (vergl. d. A. S. 708) Einfluß, daß dieſe Monde gleichwohl in einer viel kürzeren Zeit, nämlich:

der 1ſte in 1 T. 18^{h} 27′, ***
der 2te in 3 T. 13^{h} 13′,
— 3te — 7. 3. 42,
— 4te — 16. 16. 32, *

ihren periodiſchen ** Umlauf um den Jupiter vollenden. Wegen der ſich mit der daraus folgenden Häufigkeit der Umläufe verbindenden und deßhalb ſchon oben beſonders hervorgehobenen Lage der Bahnen dieſer Monde gegen den Jupiter und die Sonne, welcher zu Folge ſie bei jedem Umlaufe ziemlich genau mitten zwiſchen beiden Weltkörpern durchgehen, und alſo eben ſo genau ziemlich jedesmal

* Vergl. Band 1, Seite 165. Setzt man die (mittlere) Entfernung des Mercur von der Sonne = 4, ſo iſt die Entfernung der Venus von der Sonne = 4 + 3, der Erde = 4 + 2 . 3, des Mars = 4 + 4 . 3 u. ſ. w. Die Reihe heißt aber die „Wurm'ſche" nach ihrem Entdecker, dem verewigten Profeſſor Wurm zu Stuttgart.

** Ich bevorworte, oben und zwar aus guten Gründen, nur runde Zahlen anzuwenden. — Man könnte nach der Möglichkeit dieſer Meilenbeſtimmung überhaupt fragen; allein da man den in Secunden gemeſſenen Durchmeſſer des Jupiter nach der in Größe der Himmelskörper, S. 724, gelehrten Methode in Meilen kennt, ſo läßt ſich auch jeder andere, in der Jupiters-Region vorkommende Bogen, wie hier der Mond-Abſtand, in Meilen ausdrücken.

*** Dieſer Umlauf (dieſer periodiſche Monat) des erſten Jupitermondes hat alſo nur etwann 1/16 der Dauer unſeres (periodiſchen) Monates von (vergl. d. A. S. 141) beiläufig 27 Tagen. Nehmen wir, was ſich von der Wirklichkeit nicht zu ſehr entfernt, an, die Entfernung deſſelben Mondes vom Jupiter ſey der Entfernung unſeres Mondes von der Erde gleich, ſo hat man l. c. unter dieſer Vorausſetzung,

$$M \text{ (Maſſe des Jupiter)} : 1 \text{ (Maſſe der Erde)} = 1^2 \text{ (unſer Monat)} : \frac{1^2}{16^2}$$

(Umlaufszeit des 1ſten Jupitermondes), woraus die Maſſe des Jupiter (der Gravtiations-Einfluß dieſes Planeten bei vorausgeſetzter gleicher Entfernung des Körpers [des Trabanten], auf den er geübt wird) mit einer, für meinen gegenwärtigen Zweck hinreichenden Genauigkeit $= 16^2 = 256$. Erdmaſſen folgt. — Ich bitte nur, die citirte Stelle: Gravitation, S. 708, genau zu vergleichen.

* Ich brauche wohl kaum darauf aufmerkſam zu machen, daß (Gravitation, S. 711) die Vergleichung dieſer Umlaufszeiten mit den obigen Abſtänden die dritte Kepler'ſche Regel, alſo auch für das Partial-Syſtem des Jupiter vollkommen beſtätiget.

** Derſelbe iſt, bei der geringen Dauer und bei der Langſamkeit der Eigenbewegung des Hauptplaneten Jupiter vom ſynodiſchen ſo wenig unterſchieden, daß ich von dieſem Unterſchiede hier abſtrahire.

in den (ſo großen) Schattenkegel des (mächtigen) Hauptplaneten treten, ſind die davon abhängigen Sonnen- und Mond-Finſterniſſe (vergl. d. A. S. 537, wo auch der merkwürdige Umſtand, daß nicht alle vier Monde auf Einmal verfinſtert werden, erörtert iſt) auf dem Jupiter äußerſt zahlreich; und wenn meine Leſer die Anzahl derſelben nach den Ihnen eben angegebenen Umlaufsperioden ſelbſt berechnen, ſo werden Sie finden, daß in Einem Jupitersjahre (bekanntlich = 11 unſerer Jahre + 314 unſerer Tage) viele Tauſende ſolcher Jupiters-Mond- und Sonnenfinſterniſſe* (nämlich bei jedem Umlaufe eines jeden Mondes Eine Mond- und Eine Sonnenfinſterniß) eintreten.

Die eigene Größe dieſer Monde ſodann anlangend, ſo wird nach den neueſten Beſtimmungen

der Durchmeſſer	des	1ſten	zu	530	geographiſchen	Meilen,**
—	—	— 2ten	—	470	—	—
—	—	— 3ten	—	780	—	—
—	—	— 4ten	—	660	—	—

angegeben. Der zweite kommt alſo unſerem Monde (deſſen Durchmeſſer bekanntlich = 468 Meilen iſt) an Größe ſehr nahe gleich; die andern ſind, wie man ſieht, bedeutend größer; — aus ihren reſpectiven Entfernungen erſcheinet indeß auf dem Jupiter nur der 1ſte (innerſte, nächſte) etwann eben ſo groß als uns unſer Mond, der 2te und 3te ſtellen ſich im Durchmeſſer wenig über halb, der 4te nur ein viertelmal ſo groß dar. Dagegen wird, gleichwie die Erde von unſerem Monde aus, der ſo viel größere Jupiter von ſeinen Monden aus ſehr groß erblickt; für den erſten Mond bedeckt er einen Himmelsraum, wie für uns das ganze Sternbild Orion, welches einen prachtvollen Anblick gewähren muß. —

Ich habe im Art. Mond (Erdmond) S. 151. gezeigt, daß dieſer „Nebenplanet" ſeinem Hauptplaneten Erde beſtändig dieſelbe Kugelhälfte zukehrt, und meine Anſicht von den Gründen vorgetragen, welche die Vorſehung bei dieſer Anordnung gehabt haben könne, auch darauf vorbereitet, daß der nämliche Umſtand bei den übrigen Monden wieder vorkommen werde. In der That zeigt ſich derſelbe, nach Herſchel's (des Vaters) ſorgfältigen Beobachtungen (ſ. beſonders Phil. Transact. for. 1797. S. 332.), bei allen Jupitersmonden unverkennbar;*** und unſer Mädler (Beiträge zur phyſiſchen Kenntniß der Himmelskörper unſeres Syſtems. Weimar. 1841. gr. 4. S. 101.) ſtimmt darin dem großen Britiſchen Himmelskundigen vollkommen bei.

Bei der vielfachen Anwendung, welche man von den eben näher betrachteten Verfinſterungen der Jupiterstrabanten, namentlich zur Erfindung der geographiſchen Länge (vergl. d. A.) macht, iſt großer Fleiß auf Berechnung der Tafeln des Laufes dieſer Monde verwendet worden; man beſitzt, wie ich als Literar-Notiz anführe, dergleichen Tafeln zunächſt von dem Schwediſchen Aſtronomen Wargentin**** (abgedruckt in der oft an-

* Bei dieſen „Jupiters-Sonnenfinſterniſſen" ſehen wir (vergl. Finſterniſſe, S. 538) den betreffenden Jupitersmond (ſeinen Schatten) als einen (meiſtens pech-) ſchwarzen Fleck über die helle Jupitersſcheibe wegziehen, eine Beobachtung, welche ſich ſchon mit ſehr mäßigen Fernröhren ausführen läßt.

** Ich beziehe mich wegen der Möglichkeit dieſer Meilenbeſtimmung auf die vorhergehende Anmerkung.

*** Von den Saturnstrabanten behauptet dieſer vortreffliche Beobachter, wie wir gleich näher ſehen werden, daſſelbe, und die Bedingung ſcheint alſo in der That ein allgemeines Himmels-Mondgeſetz zu ſeyn. — Ich zeichne daſſelbe nicht ohne Grund ſo ſehr aus.

**** **Wargentin,** von dem man nicht überall biographiſche Notizen findet, geboren zu Jemtland, 1717, widmete ſich der Mathematik und beſonders der Aſtronomie aus Neigung, und machte ſich vorzüglich durch die oben erwähnten „Tafeln der Jupiters-Trabanten," von denen viele Auflagen erſchienen ſind, bekannt. Er ſtarb, als beſtändiger erſter Sekretär der

geführten Berliner „Sammlung aſtron. Tafeln.“ Bd. III. S. 31 flgd.). Genauer, beſonders mit ſtrengerer Anwendung des Perturbations-Calcüls, ſind jedoch die neuen Tafeln von Delambre und von Damoiſeau, nach welchen letzteren die Angaben in Encke's (bekanntem) „Aſtronomiſchen Jahrbuche“ gemacht werden, auf welches ich alſo verweiſe.

Noch erinnere ich daran, daß die „Jupitersmonde“ durch die veränderliche Zeit des ſcheinbaren Eintrittes jener ihrer Verfinſterungen zur Entdeckung des Geſetzes der Lichtgeſchwindigkeit Veranlaſſung gegeben haben. Es iſt dieſerwegen im Art. Abirrung, S. 11, hierher verwieſen worden; ich habe aber ſchon früher im beſondern Art. Lichtgleichung ausführlich darüber handeln können; — und komme nach dieſer ſchließlichen Bemerkung über die „Nebenplaneten des Jupiter“ nunmehr auf die „Nebenplaneten“ (Monde) des Saturn, welche aus ſo viel größerer Entfernung ſo viel kleiner erſcheinenden Geſtirne natürlich auch erſt nach Vervollkommnung der Fernröhre entdeckt werden konnten. Jetzt kennt man ſieben Monde beim Saturn, von denen Huygens, der uns vielfach bekannt gewordene Haagener Aſtronom, der 1695 verſtorbene Zeitgenoſſe Newton's, zuerſt einen (vom Saturn ab zählend, den ſechsten), den (vergl. unten) größten aller, auffand, als Er am 25. März 1655 den Saturn mit einem Fernrohre von 23 Fuß Länge (wie man ſo lange Röhren, — ſ. Fernrohr, S. 446. — vor Anwendung der achromatiſchen Gläſer anzuwenden gezwungen war) beobachtete. Er gibt Rechenſchaft von dieſer Entdeckung im „Systema Saturnium“ (Opera. III. 541), und beſtimmt auch bereits die Umlaufszeit dieſes Saturnmondes. Erſt 16 Jahr ſpäter (1671) ſah Caſſini der Aeltere* durch ein Fernrohr von 17 Fuß den (eben ſo zählend) ſiebenten dieſer Monde des Saturn, und im folgenden Jahre mit noch ſtärkeren Inſtrumenten den fünften; endlich aber (1684) bei Anwendung eines Rohres von 136 Fuß Länge auch noch den vierten und dritten, ſo daß man Ihm alſo die Entdeckung von vier (nicht bloß von „zwei,“ wie im erſten Bande unſeres Werkes S. 203 durch einen Schreib- oder unbemerkt gebliebenen Druckfehler, wel-

Akademie der Wiſſenſchaften zu Stockholm, und Ritter des Nordſtern-Ordens, 1783.

* **Caſſini,** eine urſprünglich italieniſche Familie, welche um die Mitte des ſiebenzehnten Jahrhunderts in Frankreich einheimiſch wurde. Der Stifter ihres Ruhmes iſt Jean Dominique (eben der, den wir oben „Caſſini den Aelteren“ nennen, und namentlich deſſentwegen mehrfach hierher verwieſen worden iſt), geboren zu Perinaldo in der Grafſchaft Nizza, ſtudirte zu Genua und wurde 1650 Profeſſor der Aſtronomie zu Genua. 1669 berief ihn Ludwig XIV. für ſeine neu erbaute Sternwarte nach Paris, er wurde naturaliſirt, zum Akademiker ernannt, und ſtarb 1712. Seine mehrfachen aſtronomiſchen Verdienſte ſind im Laufe unſeres Werkes aufgezählt worden; obenan unter denſelben ſteht aber eben die Entdeckung der Saturnsmonde. Sein Sohn und Nachfolger in der Akademie, Jacques, 1677 zu Paris geboren (und 1756 verſtorben), Erbe der Talente ſeines Vaters, iſt beſonders durch ſeine beiden Werke: „Élémens d'Astronomie.“ Paris 1740. 2 B. 4., und „Grandeur et Figure de la Terre.“ Ibid. 1720. 4., bekannt, in welcher letzteren Schrift Er eben als derjenige Gegner der Newton'ſchen Theorie von der Abplattung des Erdkörpers auftritt, als welchen wir ihn in dieſem Art. S. 23. Spalte 2. bezeichnet haben. Jacque's Sohn hinwiederum, Cäſar Francois, geb. zu Paris 1714, hat ſich unſterbliche Verdienſte durch die, keinem meiner Leſer unbekannte große „Caſſini'ſche Charte von Frankreich erworben. Er ſtarb 1784, und hinterließ abermals einen, durch mehrere, wenn auch nur kleinere Arbeiten um die Aſtronomie wohl verdienten Sohn: Jean Dominique (alſo wie der Urgroßvater); — und dieß wäre alſo die „Caſſini'ſche Familie, „welche man hiernach, wie wir ſehen, nicht ohne zureichende Urſache, oft die „aſtronomiſche Familie“ (per excellentiam) genannt hat.

chen ich zugleich zu verbeſſern bitte, irrthümlich ſteht) „Saturnsmonden“ verdankt, und bei ſeinem Tode demnach, mit Inbegriffe des obigen Huygens'ſchen, fünf* (der dritte, immer vom Saturn ab zählend, der vierte, der fünfte, der ſechste und ſiebente) von den, wie geſagt, jetzt bekannten ſieben „Nebenplaneten“ des Saturn aufgefunden waren. In dieſem Zuſtande verblieb die Kenntniß vom Saturnmond-Syſteme, bis Herſchel (der Große) in der Nacht des 28ſten Auguſt 1789 ſein „Rieſen-Teleſkop“ (vergl. Spiegel-Teleſkop) auf den Saturn richtete, und bei demſelben ſogleich ſechs Monde (nämlich außer den obigen fünf auch noch den zweiten) erkannte, wonächſt Ihm am 17. Septbr. deſſelben Jahres endlich die Auffindung eines dem Saturn noch näheren, und ſolchergeſtalt von uns fernſten Mondes gelang,** welchen wir jetzt als den erſten (innerſten, dem Hauptplaneten nächſten) bezeichnen. Saturn erſcheint daher (beſonders wenn man auch ſeinen „Ring“ — vergl. d. A. Saturn — mit berückſichtiget) als der Centralkörper des reichſten*** aller uns bekannten Partialſyſteme; ich muß jedoch diejenigen Leſer, welche ſich davon durch Selbſtbeobachtung überzeugen wollten, darauf vorbereiten, daß die Auffindung der beiden fernſten (der „Herſchel'ſchen) Monde: jenes erſten (innerſten) und des (immer vom Saturn ab rechnend) alſo folgenden zweiten ſehr ſchwer iſt. Mädler, unſer wackrer Dorpater Aſtronom: „Beiträge zur Kenntniß der himmliſchen Körper unſeres Syſtems.“ Weimar. 1841. gr. 4. S. 73., klagt, daß Er nie mehr, als nur die näheren fünf (die Huygens-Caſſini'ſchen) Saturnsmonde habe zu Geſicht bekommen können; und, ſo viel ich weiß, iſt die Wiederauffindung der beiden andern nach Herſchel dem Vater beſonders auch nur deſſen Sohne, John Herſchel,**** geglückt.

Indeß haben auch dieſe wenigen Beobachtungen hingereicht, um gleichwohl die Umlaufsperioden ſammt den Abſtänden vom Hauptplaneten für alle dieſe

ſieben „Nebenplaneten“ Saturns

angeben zu können; dieſe ſind:

Umlaufszeiten (periodiſche, welche wegen der Langſamkeit der Saturnsbewegung von der ſynodiſchen wenig verſchieden ſind):			Abſtände:
des erſten	0 Tag	$22^h\ 37'$,	. . . . 27400 Meilen, †
— zweiten	1 —	8. 53,	. . . . 35200 —
— dritten	1 —	21. 18,	. . . . 41600 —
— vierten	2 —	17. 44,	. . . . 53600 —
— fünften	4 —	12. 25,	. . . . 74700 —
— ſechsten	15 —	22. 41,	. . . . 172300 —
— ſiebenten	79 —	7. 53,	. . . . 499800 —

* Die Leſer finden daher in älteren aſtronomiſchen Werken auch immer nur noch erſt fünf Saturnmonde aufgeführt; — ich mache, um einem Zweifel zu begegnen, darauf aufmerkſam. Caſſini nannte dieſe Sternchen nach der damaligen Mode, von welcher wir ſchon vorn noch andere Beiſpiele geſehen haben, Ludwig dem **XIV.**, ſeinem Könige, zu Ehren, *„Sidera Ludovicea.“* Vergl. *Du Hamel* „Regiae Scient. Academiae historia ad annum 1684.“ Pag. 244.

** Das Detail dieſer Entdeckungen Herſchels des Vaters in den gleichzeitigen Jahrgängen der Phil. Transact.; gedrängter in des Sohnes (John Herſchel's) „Treatise of Astronomy.“ London. 1833, davon ich eine gute Franzöſiſche Ueberſetzung durch Tournot. Brüſſel. 1835. kl. 8., empfehle, wo ſich der Gegenſtand S. 396 ff. behandelt findet.

*** Beim Uranus ſind nämlich, wie wir gleich näher ſehen werden, ſtatt der ſieben Monde, welche alſo Saturn beſitzt, nur ſechs wenigſtens erſt entdeckt worden.

**** Nähere biographiſche Notizen über Beide in dem, den Planeten Uranus betreffenden Artikel, indem dieſe Entdeckung bekanntlich als das glänzendſte aſtronomiſche Verdienſt Herſchel's des Vaters betrachtet wird.

† Ich habe in einer vorangehenden Anmer-

und die Vergleichung (meine Leſer mögen nur ſelbſt nachrechnen) zeigt, daß die dritte Kepler'ſche Regel (ſ. d. Art. S. 911.) nicht weniger auf das Saturns-Mondſyſtem wiederum ihre volle Anwendung findet.* — Dergleichen Beſtätigungen allgemeiner Himmelsgeſetze durch immer wiederholte Anwendung auf neue Fälle haben für die Innigkeit der Ueberzeugung eine beſonders ſiegreiche Gewalt. —

Die eigene Größe dieſer Saturnsmonde iſt bei ihrer weiten Entfernung von uns, und der Kleinheit ihres Volumens, für den erſten und zweiten gar nicht, für die übrigen fünf (äußeren, uns näheren) nur durch Schätzung zu beſtimmen, und es beträgt danach, Herſchel's (d. Aelt.) Ermittlungen gemäß:

der Durchmeſſer des	dritten	140 Meilen,
— — —	vierten	140 —
— — —	fünften	360 —
— — —	ſechsten	1050 —
— — —	ſiebenten	620 —

Angaben, welche wenigſtens durch den Umſtand Vertrauen erregen, daß auch ſie den ſechsten (den Huygens'ſchen) Mond als den „größten" bezeichnen, wie wir ihn, mit Verweiſung hierher, ſchon oben charakteriſirt haben.

Die Saturnsmonde liegen, wie ſchon Eingangs bevorwortet iſt, gleich den Jupitersmonden, in der (erweitert gedachten) Ebene des Aequators ihres Hauptplaneten (nur der ſiebente, der äußerſte, macht davon eine geringe Ausnahme); da aber der Saturns-Aequator, nicht wie der Jupiters-Aequator, mit (oder doch nahe mit) der Ebene der Bahn ſeines Planeten um die Sonne (der „Saturns-Ekliptik") zuſammenfällt, ſondern damit (vergl. Saturn) vielmehr einen Winkel von vollen 30° macht, ſo werden dieſe Monde nur ſelten verfinſtert, ſondern gehen (wie der Erdmond) meiſtens über oder unter dem (überdieß nicht ſo großen) Schattenkegel der (dem Jupiter an Volumen bekanntlich bedeutend nachſtehenden) Kugel des Saturn vorbei.

Dagegen haben die Saturnsmonde (vergl. die voraufgehende Anmerkung) wieder Das mit den Jupitersmonden (gleichwie mit dem Erdmonde) gemein, daß ſie ihrem Hauptplaneten ſtets dieſelbe Seite zukehren; für den ſiebenten (alſo uns nächſten und daher am beſten wahrnehmbaren) haben dieß die gemeinſchaftlichen Beobachtungen von Caſſini und Herſchel außer allen Zweifel geſetzt: ein bei demſelben regelmäßig eintretender Wechſel der Licht-Intenſität läßt ſich ſchlechterdings nicht anders als durch die Annahme erklären, daß die eine Hälfte der Kugel dieſes Mondes das Licht ungemein viel weniger, als die andere reflectire, und daß letztere, als die leuchtendere, Hälfte ſtets dem Planeten zugewendet bleibe, demgemäß wir, als außerhalb der Bahn Stehende, dagegen abwechſelnd die eine oder die andere Hälfte zu Geſicht bekommen. Aehnliches in Bezug auf eine ſolche Verſchiedenheit der beiden Halbkugeln habe ich von unſerem Monde (ſ. d. Art. S. 167) präſumirt, und daran die Muthmaßung geknüpft, daß, gleichwie ſich die eine (die ſtets zugekehrte) Hälfte vorzugsweiſe zur Beleuchtung des Hauptplaneten beſtimmt finde, die entgegengeſetzte dagegen von der Hand einer wohlthätigen Vorſehung mehr für die Le-

kung darauf aufmerkſam gemacht, daß Jupiter wegen ſeiner ſtarken Maſſe ſeinen, zum Beiſpiele gewählten erſten Mond in einer Entfernung von 60000 Meilen doch ſchon binnen $1^3/_4$ Tagen um ſich herum treibt; — man ſieht nun hier, daß Saturn, bei zwar geringerer Maſſe, aber auch aus viel geringerer Entfernung, das Nämliche für ſeinen erſten Mond bereits in 22 Stunden bewirkt.

* Ich darf wohl kaum erſt bevorworten, daß, der im Art. Bahnen S. 92 nachgewieſenen allgemeinen Himmelsregel gemäß, die Bahnen dieſer Saturnsmonde um ihren Hauptplaneten nicht weniger Ellipſen ſind; aber ſie ſind, wie beim Jupiter (vergl. vorn) von ſo geringer Excentricität, daß die Abweichung vom Kreiſe außer Acht gelaſſen werden kann.

benszwecke der Mondbewohner ſelbſt organiſirt ſeyn möge. Die Beſtätigung dieſer meiner Vermuthung durch dasjenige, was wir nun hier in Betreffe der Saturnsmonde geſehen haben, erſcheint mir unter dem teleologiſchen oder eigentlich aſtronomiſch-religiöſen Geſichtspuncte überaus wichtig; und ich beſchließe mit einer ſo intereſſanten Andeutung meine Betrachtungen der Saturns-„Nebenplaneten," indem ich nur in literariſcher Rückſicht noch bemerke, daß man über den ſechsten derſelben eine wichtige Arbeit von Beſſel in den „Aſtronomiſchen Nachrichten" Nro. 193 flgd., beſitzt, und daß ſich Tafeln ihrer Bewegungen zunächſt in der kurz vorher citirten „Berliner Sammlung" III. 137 flgd., vorfinden, mit deren Hülfe man alſo ein „Saturnilabium" (vergl. d. beſond. Art.) ſtellen könnte, wie wir vorher von einem „Jovilabium" geſprochen haben, und zu deſſen Anfertigung, wie ich gleich anticipire, überdieß Lalande „Astronomie." §. 2994. ausführliche Anleitung ertheilt. Solchergeſtalt kann ich denn nunmehr ſchließlich auf die

„Nebenplaneten" (Monde) des Uranus

übergehen.

Auch der Uranus nämlich, dieſer (vergl. d. A. Planeten) Grenzplanet unſeres Syſtems, beſitzt Monde, von denen bis jetzt ſechs entdeckt ſind, wiewohl die Analogie (indem die Zahl der Monde, wie wir am Jupiter mit 4, und Saturn mit 7 Monden geſehen haben, nach Maßgabe der Entfernung der Hauptplaneten von der Sonne zu wachſen ſcheint) mehrere annehmen läßt. Herſchel sen., welcher (vergl. wieder d. A. Uranus) den Hauptplaneten (März 1781) entdeckt hatte, fand (Januar 1787) zuerſt auch zwei Monde (jetzt der 2te und 4te, vom Uranus ab rechnend, die größten), und ſpäter (1790—94) noch vier andere Monde bei demſelben auf. So ſelten ſie ihm bei ihrer außerordentlichen Entfernung und wahrſcheinlichen Kleinheit nachher auch wieder zu Geſicht gekommen ſind, ſo hält Er doch die Beobachtungen für ſicher genug, um das Daſeyn dieſer Monde als unzweifelhaft betrachten und ihre Abſtände und Umlaufszeiten angeben zu können.* Nur die zuerſt bezeichneten beiden größeren ließen ſich indeß in ihren Bahnen ordentlich verfolgen; hinſichtlich der übrigen gab das Verhältniß ihrer Abſtände zu jenen erſteren, nach der dritten Kepler'ſchen Regel, welche ſich alſo auch auf das Uranus-Partialſyſtem angewendet findet, die Umläufe, und Herſchel ſetzte danach dieſe Umlaufszeiten:

für die Abſtände vom Uranus (von ſeinem Mittelpuncte):		
des 1ſten (innerſten) Trabanten	48900 Meilen,	5 Tage 21h 25′,
— 2ten	62000 —	8 — 16. 56,
— 3ten	72000 —	10 — 23. 4,
— 4ten	82000 —	13 — 11. 8,
— 5ten	166000 —	38 — 1. 49,
— 6ten	325000 —	107 — 16. 40.

Herſchel's Sohn (l. c.) macht dazu noch folgende allgemeine Bemerkung in Betreff dieſer Uranus-„Nebenplaneten." „Mit Ausnahme der zwei innerſten Satelliten des Saturn (vergl. vorn) gehören die des Uranus zu denjenigen Gegenſtänden unſeres Sonnenſyſtems, welche man am ſchwerſten nicht ſowohl beobachten, als nur überhaupt wahrnehmen kann. Zwei derſelben (die obigen zuerſt entdeckten) exiſtiren unbezweifelt, die vier übrigen ſind mehr

* Das Detail wieder in den entſprechenden Jahrgängen der Phil. Tranſact. oder auch in der ſchon citirten Franz. Ueberſ. von John Herſchel's „Treatiſe of Astronomy." S. 397. — Der Deutſche Beobachter Schröter zu Lilienthal („Beiträge zu aſtronomiſchen Entdeckungen." S. 189.) hat nie mehr als zwei Uranusmonde (die obigen zuerſt entdeckten) zu Geſicht bekommen können.

geahnt als wirklich genau geſehen worden.* Jene zwei zeigen uns indeß eine merkwürdige und unerwartete Eigenſchaft, von der wir in unſerem ganzen Syſteme kein weiteres Beiſpiel beſitzen; ihre Bahnen ſtehen nämlich faſt ſenkrecht auf der Ebene der Ekliptik, ſo daß ſich dieſe Uranusmonde, ſtatt wie alle andern Syſtemskörper, längs der Ekliptik von Weſten nach Oſten vorwärts, vielmehr in Bezug auf dieſelbe weder vor-, noch rückwärts, ſondern von Norden nach Süden bewegen, dergeſtalt, daß ſich ihre Längen alſo gar nicht ändern.** Dieſe ſonderbaren Erſcheinungen an der äußerſten Grenze unſerer Planeten-Welt ſcheinen uns gleichſam auf neue, ganz verſchiedene Anordnungen in anderen Syſtemen vorzubereiten.“ — Weiteres fügt John Herſchel über die Uranusmonde nicht hinzu; das bis hieher Geſagte dürfte aber wohl überhaupt das Wichtigſte nach dem Plane meines Werkes, über die „Nebenplaneten“ (Monde) des Jupiter, Saturn und Uranus Anzuführende ſeyn; und ich beende den Vortrag darüber, da die ſonſt den Schluß bildenden, erforderlichen hiſtoriſchen und literariſchen Notizen, den Umſtänden gemäß, hier ſchon im Laufe des Artikels haben beigebracht werden müſſen, auch am liebſten mit der vorſtehenden erhabenen Idee unſeres John Herſchel.

* Er (John Herſchel) ſelbſt hat ſie jedoch nach ſeiner Verſicherung, wahrſcheinlich mit Anwendung der großen Inſtrumente ſeines Vaters, alle ſechs wieder aufgefunden.

** Um hiervon eine recht deutliche Anſchauung zu erhalten, ſtellen ſich meine Leſer die Ebene der Ekliptik und die mit ihr faſt genau zuſammenfallende Bahn-Ebene des Uranus vor. Auf der letzteren, und alſo auch auf der Ekliptik, ſteht aber (vergl. Uranus) die Aequators-Ebene dieſes Planeten, in deren Erweiterung wir uns, bevorwortetermaßen, die ſechs Monde zu denken haben, ſenkrecht; und es iſt alſo ganz offenbar, daß dieſe Monde, ſtatt längs der Ekliptik von Weſten nach Oſten zu laufen, vielmehr von einem Pole derſelben zum andern auf- und niederzuſteigen ſcheinen müſſen.

Nebenſonnen, Falſche Sonnen; Parhelii, Parhelia; *Parélis* oder Parhélies. Bilder der Sonne, welche ſich zuweilen nach außen („neben“) der wahren Sonne am Himmel zeigen, meiſtens durch einen hellen, auch wohl gefärbten Kranz oder Ring unter einander verbunden ſind, oder auch ſchweifähnliche Stücke eines ſolchen Kranzes an ſich haben. Man ſieht dergleichen Bilder nicht weniger vom Monde (ſ. Nebenmonde, wo ich wegen einiges Weiteren eben hierher verwieſen habe); und beide Vorgänge werden zu den glänzenden oder optiſchen terreſtriſchen Luft-Erſcheinungen gerechnet. — Schon des Namens wegen, welcher einen näheren aſtronomiſchen Bezug wenigſtens anzukündigen ſcheint, darf ich den Gegenſtand, wiewohl derſelbe ſpecieller nur in die irdiſche Meteorologie gehört, hier nicht ganz unerwähnt laſſen.

Die beſte Erklärung von der Entſtehung dieſer „Nebenſonnen,“ deren Erſcheinung wohl die meiſten meiner Leſer ſchon aus eigenem Anblicke kennen, ſcheint mir die vom Haager Aſtronomen des ſiebenzehnten Jahrhunderts, dem uns vielfach bekannt gewordenen Huygens („Dissertatio de coronis et parheliis“ in den Opp. reliq. Amſterdam. 1728. 4.), gegeben zu ſeyn, welcher dieſelben, wie ich auch bereits im eben citirten Artikel Nebenmonde anticipirt habe, gleich den letzteren, von Eisnadeln (oder wohl überhaupt Eis-„Partikelchen“), die man in den höheren Regionen unſerer Atmoſphäre immer präſumiren darf, ableitet. Er zeigt l. c. ſehr augenſcheinlich, wie die Brechung und Zurückwerfung der Sonnenſtrahlen durch dergleichen Eispartikeln von beſtimmter Beſchaffenheit das Phänomen nothwendig veranlaſſen müſſe, und man ſieht von ſelbſt ein, daß dabei eine große Menge von Modificationen eintreten können, welche ſich auch in der That bei den verſchiedenen Beobachtungen manifeſtiren.

Erwähnung ſolcher „Nebenſonnen“ geſchieht übrigens ſchon bei den Alten: Ariſtoteles (Meteor. III. 2.) und Plinius (H. N. II. 3.) ſprechen davon.

Von den neueren Ereigniſſen dieſer Art aber zeichnet ſich aus eine, zu Rom am 20. März 1629 beobachtete Erſcheinung von „Nebenſonnen,“ welche Descartes (Meteor. Cap. X. § 6.) unter dem Namen des „Römiſchen Phänomens“ beſchreibt, und welche ich hervorhebe, weil man den Vorgang oft unter dieſem Namen ohne weiteres citirt findet, und vergeblich nach der wahren Bedeutung der Benennung ſucht. Die ſchönſte ſolche Beobachtung von „Nebenſonnen“ verdankt man aber dem Danziger Aſtronomen Hevel (wir kennen ihn aus dem A. Mond als beſonders fleißigen Beobachter namentlich dieſes letztern Geſtirns), der am 20. Febr. 1661 zu Danzig ſieben „Nebenſonnen“ auf Einmal ſah; er beſchreibt dieſes Schauſpiel: „De rarissimis quibusdam Paraselenis“ bei ſeinem „Mercurio in Sole viso.“ Gedani. 1662. Fol. S. 173.; — und daſſelbe wird zuweilen als „Hevel'ſches Phänomen“ angeführt. Noch andere hierher gehörige Beobachtungen führt der bekannte Hamburger Mathematiker Büſch „Tractatus duo optici argumenti.“ Hamb. 1783. 8. an; und den Verſuch einer neuen, von der obigen Huygens'ſchen abweichenden Erklärung macht der verewigte Münchener Optiker Frauenhofer „Theorie der Höfe,“ in Schumacher's „Aſtron. Abhandl.“ 3tes Heft. S. 80. Ich darf aber, bevorworteter-maßen, plangemäß hier nicht weiter darauf eingehen, und verweiſe ſchließlich nur noch auf den ſo nahe verwandten Art. Höfe um Sonne und Mond im erſten Bande S. 782. unſeres „Aſtronomiſchen Wörterbuches.“

Nebenwohner;* Perioeci; *Périoeciens.* Ein Ausdruck der mathematiſchen Geographie, Erdbewohner bezeichnend, welche ſich im nämlichen Parallel (des Aequators, alſo zugleich auf deſſen nördlicher oder ſüdlicher Seite), aber in diametral entgegengeſetzten Puncten dieſes Parallels befinden, und demnach zwar gleiche geographiſche Breite (gleichen Abſtand vom Aequator) haben, aber in Länge um 180° verſchieden ſind. Ihre Polhöhe iſt alſo gleich, und derſelbe Meridian iſt ihnen gemeinſchaftlich; aber die Meridian-Taghälfte des Einen iſt die Nachthälfte des Andern. Die Stunden von Tag und Nacht finden ſich daher für „Nebenwohner“ einander gerade entgegengeſetzt: wenn der Eine von ihnen Mittag hat, ſo hat der Andere Mitternacht. Dagegen ſind für ſie, eben ihres gleichen und gleichſeitigen Abſtandes vom Aequator wegen, die Jahreszeiten und Taglängen dieſelben. **

Um hiernächſt, dem Vorgetragenen gemäß, für einen Erdbewohner die Stelle ſeines „Nebenwohners“ zu finden, muß man auf einem Globus oder einer Planiglob-Charte (vergl. Planiſphär) den

* Nicht zu verwechſeln mit den Gegenwohnern und Gegenfüßlern (vgl. beide Art.). „Gegenfüßler,“ um Alles in Einer Ueberſicht zu haben, kehren einander aus gleichen entgegengeſetzten Abſtänden vom Aequator die Füße, „Gegenwohner“ (Beide nach der ihnen ſichtbaren Aequatorshälfte ſchauend angenomman) die Augen zu; „Nebenwohner“ ſind in gleichen gleichſeitigen Abſtänden vom Aequator, in denſelben Parallelen, um 180° von einander entfernt. Man würde auch von ihnen ſagen können, daß ſie „einander die Füße zukehrten,“ wenn die vom Zenith zum Nadir (Fußpuncte) gedachte Gerade, ſtatt durch das Centrum des Aequators der Erdkugel, eben durch das Centrum des betreffenden „Parallels führte.

** Dabei tritt jedoch ein bemerkenswerther Umſtand ein. Nicht immer nämlich, wie man beim erſten Anblicke glauben ſollte, ſondern nur an den, dieß allgemein bedingenden Aequinectialtagen (iſt Tag und Nacht für die „Nebenwohner“ gleich lang, und daher) geht die Sonne dem einen von ihnen in demſelben Augenblicke auf, in welchem ſie dem andern untergeht. An den übrigen Tagen dagegen geht ſie dem einen früher auf, als dem andern unter, demgemäß die beiden Nebenwohner dieſelbe dann zugleich über dem Horizonte haben. — Einiges Nachdenken über die Natur der „ſchiefen Kugel“ (Sphaera obliqua), welches meine Leſer ſelbſt anſtellen mögen, macht die Sache ohne viele weitere Worte klar.

Parallel (die geographiſche Breite), und in dieſem Parallel den Ort jenes erſteren aufſuchen und von demſelben ab ſodann (im Parallel) öſtlich oder weſtlich 180° zählen. Solchergeſtalt verfahrend, finden meine Leſer z. B. die „Nebenwohner“ von Leipzig im Kamſchatkiſchen Meere, in der Gegend der Fuchsinſeln, von Paris unter den Atleutiſchen Inſeln, u. ſ. w.

Neigung der Bahn; Inclinatio orbitae; *Inclinaison de l'orbite.* So heißt der Flächenwinkel, welchen die Ebene der Bahn eines Hauptplaneten (von den Nebenplaneten [Monden] u. ſ. w. wird ſogleich beſonders die Rede ſeyn) oder Kometen mit der Ebene der Ekliptik bildet; dieſe „Neigung“ iſt eines der Elemente (vergl. d. A.) der Bahn, und daher von der größten Wichtigkeit für uns. — Wir wiſſen, daß ſich alle übrigen Planeten, gleichwie die Kometen, ganz nach Art unſeres Planeten Erde in Bahnen bewegen, welche wir uns hier als concentriſche Kreiſe um die, den gemeinſchaftlichen Centralpunct abgebende Sonne (ihren Mittelpunct) vorſtellen können. Dieſe verſchiedenen Kreiſe (der Planeten- und Kometenbahnen) fallen aber dabei nicht zugleich in derſelben Ebene zuſammen; ſtellen wir uns die beſondere Ebene der Erdbahn (der Ekliptik), auf welche ſich der irdiſche Beobachter natürlich vorzugsweiſe gern bezieht, zu mehrerer Verſinnlichung als eine, ſolchergeſtalt durch den Sonnen-Mittelpunct gehende (beliebig erweiterte) Kreisſcheibe vor, ſo liegen die übrigen Planeten- (und Kometen-) Bahnen nicht eben genau in dieſer Scheibe, ſondern ihre Ebenen machen verſchiedene Winkel („Flächenwinkel“) damit: durchſchneiden ſie jede in einer eigenen, durch den Mittelpunct der Sonne gehenden Geraden: der Knotenlinie (vgl. d. A.), welche die Kante des betreffenden „Flächenwinkels,“ eben der „Neigung der beſtimmten Bahn,“ abgibt, und deren beide Endpuncte die Knoten (ſ. auch dieſen A.) heißen. In dieſen „Knoten“ geht alſo der Planet bei ſeinem Laufe durch die „Scheibe“ der Ekliptik; dieſe beiden Puncte, aber auch nur dieſe beiden, hat ſeine Bahn, der Kreis derſelben, mit ihr gemein; in dieſen beiden Puncten zeigt der Planet daher gar keinen Abſtand von ihr, gar keine Breite; — von hier ab aber erhebt er ſich mit wachſender Breite über (oder ſinkt er unter) jene Scheibe (Ebene der Ekliptik), und erreicht, der Natur der Sache gemäß, 90° von den Knoten ſeine größte Erhebung (größte Breite) über (oder ſeine, jener gleiche, größte Erniedrigung unter) der Ekliptik, wovon das Maß alſo zugleich das Maß des bezeichneten Flächenwinkels, d. h. der „Neigung der Bahn“ iſt. Die größte Breite und zwar, da die Knotenlinien, bevorwortetermaßen, durch die Sonne gehen, die, wohl zu merken, größte heliocentriſche Breite, welche ein Planet (oder Komet*) bei ſeinem Umlaufe um die Sonne erlangt (ſein zweimaliger größter, nämlich ober- und unterwärts Statt findender Abſtand von der Ekliptik), iſt ſeine „Neigung.“ Wir könnten demnach die letztere zunächſt finden, indem wir die ihr ſomit gleiche größte heliocentriſche Breite des Geſtirns ermittelten; und da dieſelbe, wie geſagt, in einem 90° von den Knoten entfernten Bahnpuncte eintritt, ſo käme es darauf an, dieſelbe alldort zu beſtimmen; wenn wir uns von dieſem Planetenorte einen Perpendikel auf die Ekliptik,** von der Sonne aber

* Von den Monden, auf welche ich hier erſt noch kommen wollte, gilt daſſelbe; nur bezieht man ſich für ſie zunächſt auf die reſpectiven Bahnen ihrer Hauptplaneten, alſo nur für den Erdmond auch auf die Ekliptik; für die Jupitersmonde dagegen auf die Jupitersbahn u. ſ. w. Eben ſo ſpricht man von der „Neigung“ des Saturnringes gegen die Saturnbahn. In den Doppelſternſyſtemen endlich wählt man (vergl. Fixſterne, S. 565.) zur Beſtimmung der „Neigung“ der Begleitſterne eine dort bezeichnete, durch die Lage des Centralſterns am Himmelsgewölbe gegebene Ebene.

** Man mag ihn, wie wir öfter gethan haben, als mit dem dortigen Breitenkreisbogen zuſammenfallend annehmen, wonächſt er den „Flächenwinkel der Neigung“ unmittelbar mißt.

eine Gerade zu deſſen Fußpuncte und eine zweite zum Planeten ſelbſt denken, ſo ſchließen beide am Sonnen-Mittelpuncte einen, offenbar jener *größten heliocentriſchen Breite*, d. h. alſo dem „*Flächenwinkel* der (geſuchten) *Neigung*“ gleichen Winkel ein; *dieſer Winkel* oder unmittelbar die ihm gleiche, 90° von den Knoten ſtattfindende (*größte*) *heliocentriſche Breite* iſt danach zu ſuchen.

Das einfachſte Mittel dieſer Darſtellung (zunächſt in der letzteren *unmittelbaren* Art) wäre nun natürlich *jedwede* Beobachtung der *geocentriſchen Breite* des Geſtirns, wenn daſſelbe in ſeiner Bahn nur eben 90° *vom Knoten* wäre, und die demnächſtige Herleitung jener (entſprechenden) *heliocentriſchen Breite* daraus, zu welcher Herleitung beſonders im Art. *Elongation*, S. 310. (man braucht die daſelbſt angewendete Proportion nur umzukehren) Anleitung gegeben iſt. Da dazu aber die l. c. vorgeſchriebenen Beſtimmungsſtücke erfordert werden, deren Kenntniß ich nicht vorausſetzen darf, ſo muß man auf andere Methoden ſinnen, um jene Herleitung des Heliocentriſchen aus dem Geocentriſchen *auf dem dortigen Wege* entbehrlich zu machen.

Denken wir uns alſo (ich will verſuchen, *hier* — vergl. unten — noch ohne Figur fertig zu werden, welche ohnedieß keine rechte ſchnelle Anſchaulichkeit gewährt) bloß die oben beſchriebene, ihrer Lage nach als bekannt vorausgeſetzte *Knotenlinie* zunächſt nur eines *oberen* Planeten (deſſen Bahn demnach die Erdbahn *umſchließt*), und denken wir uns ferner die *Erde*, in *ihrem* Laufe eben in dieſer *Linie* angelangt, wobei auch noch der (von der Erde aus erſcheinende) gleichzeitige Abſtand des Planeten in ſeiner Bahn von den Knoten gerade = 90° ſeyn ſoll, ſo daß er alſo zu dieſer Zeit auch eine (der geſuchten „*Neigung*“ gleiche) *geocentriſche Breite* habe;* fällen wir hiernächſt vom Planeten, bei *dieſer* poſtulirten *beſtimmten* Stellung von Erde (und Sonne) gegen ihn, den bezeichneten Perpendikel (den Breitenkreis-Bogen) auf die Ekliptik: ſo leuchtet alsbald ein, daß der dadurch gemeſſene *Flächenwinkel* (auf den ich mich nun vermittelnd beziehe) *hier* der *geocentriſchen Breite* geradezu gleich iſt,* d. h. daß *hier* die beobachtete *geocentriſche* Breite ſelbſt die geſuchte „Neigung“ abgibt, wodurch der Forderung alſo, wie verlangt wurde, allerdings ohne weiteres Genüge geſchieht. Allein man ſieht leicht, daß die dabei als Bedingung vorgeſchriebene Vereinigung der beiden Umſtände: des Eintreffens der Erde in der Planeten-Knotenlinie, indem der Planet ſelbſt *zugleich* eben genau geocentriſch 90° vom Knoten erſcheint, nur ſelten vorkommen kann; und da die Methode, angegebenermaßen, überdieß auf die *oberen* Planeten eingeſchränkt iſt, ſo bedarf es noch eines allgemeineren, nicht von jener Bedingungs-*Vereinigung* abhängigen, und dabei auf obere *und* untere Planeten gleich ſehr anwendbaren Verfahrens.

Ich nehme demnach an, man habe die Breite eines *oberen* oder *unteren* Planeten, und *wo* er auch in ſeiner Bahn irgend ſtehen möge, beobachtet, indem nur die Erde eben in ſeine Knotenlinie *trat*, und ſich die *Sonne* alſo in einem ſeiner Knoten zeigte (was ſich offenbar immer bewirken läßt, da der Knotenort als bekannt vorausgeſetzt wird und man über die Zeit der Beobachtung Herr iſt). Sey ſodann (Fig. 6. der Tafel IX. dieſes *zweiten* Bandes unſeres Werkes; — ich werde eine ſolche Figur, wenn ſie gleich wiederum nicht volle Anſchaulichkeit gewähren ſollte, doch in dieſem verwickelteren Falle nicht, wie vorhin, ganz entbehren können) **P** der *Planet* in irgend einem *beliebigen* (entſprechenden) Puncte (**P**) ſeiner Bahn, indem ſich die (Sonne) *Erde* **T** nur eben in ſeiner Knotenlinie **NST** befindet; ſo laſſe man vom Planeten-Bahn-

* Man muß ſich nur Erde und Sonne in der Knoten*linie* überhaupt, und z. B. *Saturn* (ſ. u.) bei 90° *Knoten-Abſtand* und *gleicher Elongation* denken.

* *Hier* iſt nämlich, wie ich nicht ohne Abſicht in einer Anmerk. noch beſonders hervorhebe, die *beobachtete* „geocentriſche“ Breite der oben zur Bedingung gemachten *größten* „heliocentriſchen“ gleich, und erſetzt ſie demnach.

orte den (oben bezeichneten) Perpendikel PL auf die Ebene der Ekliptik herab, und fälle von den Puncten P und L die beiden andern Perpendikel PR und LR auf den gemeinſchaftlichen Durchſchnitt jener Ebene der Ekliptik und der Ebene der Planetenbahn, d. h. alſo auf die Knotenlinie, oder, wie ich mich vorn ausgedrückt habe, auf die „Kante des Neigungswinkels.“ Der dabei entſtehende Winkel PRL zwiſchen dieſen beiden letzteren Linien iſt dann gleich dem „Neigungs“winkel; Winkel LTP iſt die geocentriſche Breite, RTL aber die (bekannte) Elongation (vergl. d. A.) des Planeten; — und man hat in den ex constructione bei R und L rechtwinkligen Dreiecken RTL und PTL

$$TL : RL = r : \sin RTL, \text{ und}$$
$$TL : PL = r : \operatorname{tang} LTP, \text{ alſo}$$
$$RL : PL = \sin RTL : \operatorname{tang} LTP;$$

zugleich gibt aber der dritte, ebenfalls bei L rechtwinklige Triangel PRL

$$RL : PL = r : \operatorname{tang} PRL,$$

$$\text{daher } \sin RTL : \operatorname{tang} LTP = r : \operatorname{tang} PRL,$$

$$\text{d. h. } \sin \text{Elongation} : r = \operatorname{tang} \text{geocentr. Breite} : \operatorname{tang} \text{Neigung}.$$

Um von der Anwendung dieſer Formel ein Beiſpiel zu geben, ſo beobachtete der uns vielfach bekannt gewordene franzöſiſche Aſtronom de la Caille am 12. Januar 1747, Morgens 6 Uhr, den Saturn, und fand deſſen Länge = 6 Z. 26° 12′ 52″, ſeine nördliche Breite aber = 2° 29′ 18″; die Sonne war zugleich bei 9 Z. 21° 47′ im (oder doch ſehr nahe beim) Knoten des Saturn; und wenn man auf dieſe Beobachtung die obige Analogie anwendet, ſo kommt die „Neigung“ des Saturn = 2° 30′ 10″ *, welches alſo, um zu reſumiren, heißt: der größte Abſtand, den Saturn in ſeiner Bahn ober- oder unterwärts von der (erweiterten) Ebene der Ekliptik erreichen kann: der von der „Knotenlinie“ als Kante begrenzte Flächenwinkel ſeiner Bahn-Ebene mit der Ebene der Ekliptik, gemeſſen durch den 90° von den Knoten entfernten Breitenkreisbogen (oder den mit demſelben als zuſammenfallend — als ſein Sinus — zu denkenden **, eben dort vom Planetenbahnorte auf die Ebene der Ekliptik fallenden Perpendikel), beträgt bei dem, hier nur zum Beiſpiele gewählten Planeten Saturn (vergl. Anmerk.) 2° 29′ 45″. Denn ich bemerke, daß ſich dieſe „Neigung,“ indem ſie, wie geſagt, zu den „Elementen“ gehört, bei jedem beſondern Planeten (Kometen, Nebenplaneten, Begleitſterne; vergl. vorn) mit den kleinen Veränderungen, welche ſie durch die Perturbationen erleidet, und

* So de la Caille; — ich finde bei ſehr genauer Rechnung, deren Mittheilung eben in dieſem Falle für manchen Leſer von beſonderem Intereſſe ſeyn könnte, 2° 29′ 45″. Es iſt nämlich oben: Länge der Sonne . . . 9 Z. 21° 47′ 0″,
Länge des Saturn . . . . 6 26 12 52.
alſo Elongation des Saturn . . . . . 2 Z. 25° 34′ 8″,
und ſeine geocentriſche Breite . . . . 2 29 18.

Die Formel: sin Elongation : r = tang geocentr. Breite : tang Neigung
wird alſo hier sin 85° 34′ 8″ : 1 = tang 2° 29′ 18″ : tang Neigung
d. i. . . . . . 0,9970110 : 1 = 0,0434569 : tang Neigung,

$$\text{alſo tang Neigung} = \frac{0{,}0434569}{0{,}9970110} = 0{,}0435880 = \operatorname{tang} 2^\circ\, 29'\, 45'',$$

wie oben.

Meine Leſer werden mir nun nachrechnen, und vielleicht meiner Genauigkeit, in Vergleiche zu der unſeres de la Caille, Gerechtigkeit widerfahren laſſen.

** Ich habe dieſe Art, den in Rede ſtehenden Perpendikel anzuſehen, an mehreren Orten unſeres Werkes geltend gemacht.

über welche ſich beſtimmter erſt dieſer Artikel erklären kann, genau angegeben finden muß. — Damit kann ich denn dieſen wichtigen und verhältnißmäßig ausführlichen Artikel beſchließen, indem ich Leſer, welche doch noch mehr Detail verlangen ſollten, auf Lalande „Astronomie.“ verweiſe, wo der Gegenſtand Buch VI. weitläuftig behandelt wird.

Neigung der Magnetnadel, ſ. Compaß S. 194, allwo ſich über dieſe „Neigung“ ſowohl, als über die Abweichung der Magnetnadel (deren ein eigener Artikel, wie ich zugleich bemerklich mache, deßwegen auch nicht einmal erwähnt) das Wenige, was davon aus der allgemeinen Phyſik vor unſer aſtronomiſches Forum gehört, angedeutet findet.

Neigung des Meerhorizontes, Depreſſion, in der Schifferſprache die „Kimm“ (welcher Ausdruck im Norddeutſchen den „Rand des Geſichtskreiſes“ bezeichnet) oder Tiefe der Kimm; Depressio horizontis; *Dépression de l'horizon.* So heißt die Neigung des Meerhorizonts unter dem ſcheinbaren, bei den verſchiedenen, für den Beobachter eben Statt findenden Erhebungen über der Horizontalebene. Der Gegenſtand kommt für uns gar ſehr in Betracht, da bei allen auf der See (vom Schiffe) gemeſſenen Geſtirnhöhen eine darauf bezügliche Correction vorgenommen werden muß; und ich bin daher gezwungen, in einiges Detail darüber einzugehen.

Wenn ſich alſo das Auge des Beobachters genau in der Ebene z. B. eines ſtillſtehenden Waſſers ſelbſt befindet, ſo ſcheint ſich ihm dieſe Ebene eben ſo genau zu einer vollkommen wagerechten Kreisſcheibe * zu erweitern, die mit der darüber ausgebreiteten Himmelshohlkugel zuſammenſtößt (ſich darin verliert), und durch dieſen Zuſammenſtoß mit der letzteren an ihr einen Kreis: den (ſcheinbaren) Horizont, ſ. d. A., bildet, von welchem ab bei einer ſolchen Stellung ringsum genau 90° eines größten Kreiſes bis zum Zenith dieſes Beobachters liegen. Erhebt ſich letzterer dagegen auf eine gewiſſe Höhe, ſo ſieht er natürlich unter jenen Horizont hinab: ſein Viſionsradius fällt nicht mehr ſo ganz genau in die angenommene Kreisſcheibe ſelbſt; wenn er denſelben eine Umdrehung machen (den Geſichtskreis beſchreiben) läßt, ſo entſteht gleichſam ein neuer, unter dem vorigen liegender, ein gegen dieſen geneigter Horizont; der Viſionsradius ſtößt nicht mehr vollkommen wagerecht mit dem Himmel zuſammen, ſondern dieſer Zuſammenſtoß erfolgt ſchief gegen die wagerechte Ebene unter ihr; und wenn man alſo von da an zum Zenith zählen wollte, ſo würde man eben ſo natürlich etwas mehr als die obigen 90° finden.

Auf dem Meere (auf dem Meeresſpiegel) iſt dieß nun beſonders bemerklich: ein Schwimmer ſieht den Zuſammenſtoß von Himmel und Waſſer in der vollkommen wagerechten Fläche des letzteren ſelbſt, der auf der Höhe des Verdecks ſtehende Schiffer dagegen ſieht darunter hinab, ſein „Meerhorizont“ neigt ſich gegen jenen „ſcheinbaren“;* und da er zu der, in dieſem Bezuge Eingangs hervorgehobenen Meſſung der Geſtirnhöhen keine andere benützbare Grenze als eben „ſeinen Meerhorizont“ hat, ſo findet er offenbar die Höhen um die „Neigung“ zu groß, und muß ſie, bevorwortetermaßen, davon corrigiren. Die dieſe Correction bedingende Neigung wächſt aber, wie man gleich einſieht, mit der Erhebung des Beobachters über der Horizontal-Ebene; ſie iſt eine Function davon; — wie iſt ſie daraus abzuleiten?

In Figur 7. unſerer Tafel IX. würde es den ſcheinbaren Horizont des im Puncte n der Meeres-Ebene ſelbſt befindlichen Auges abgeben: dieſes Auges ringsum gedachter Viſionsradius, d. h. die Ebene, welche er wagerecht beſchriebe (die Ebene des Geſichtskreiſes), tangirt

* Von der Krümmung (vergl. d. Art. beſonders S. 977) der kugligen Erdoberfläche wird dabei abgeſehen; jedes auf Einmal überſichtliche Stück derſelben iſt hier als eine ganz vollkommene Ebene betrachtet.

* Den Unterſchied zwiſchen „ſcheinbaren“ und „wahren“ Horizont muß ich aus dieſem Art. S. 786 als bekannt vorausſetzen; in der gleich anzuführenden Figur wird letzterer durch ab repräſentirt.

die Erdkugel-Oberfläche in n (fällt dort mit ihr zuſammen). Erhebt ſich aber der Beobachter darüber um nh, ſo müßte ſich auch die Meeres-Ebene zugleich bis uw, *parallel* rs, erheben, damit der entſtehende neue ſcheinbare Horizont jenem erſteren entſpräche (damit beide nunmehr parallele, genau in parallele Meeres-Ebenen fallende Viſionsradien dieſelben Stellen des ſo weit entfernten Himmelsgewölbes träfen, daß der *gegenſeitige* Abſtand dieſer *Parallelen* dabei nicht in Betracht käme). Statt deſſen ſieht der, um nh über n erhabene Beobachter aber vielmehr nach o hinab, ſein Viſionsradius ho tangirt die Meeres-Ebene (Erdkugel-Oberfläche), ſtatt in n (oder h), in o; der Zuſammenſtoß von Waſſer und Himmel hat für *ihn* im letzteren Puncte Statt, *ſein* „*Meerhorizont*" macht mit dem *ſcheinbaren* Horizonte rs oder deſſen Parallele uw den Winkel who, um den er die in Rede ſtehenden Geſtirnhöhen, welche er alſo, ſtatt von s (oder w), vielmehr von o an bis zum Zenith Z hin mißt, zu *groß* findet, und dieſer Winkel who iſt demnach für die Erhebung nh die „Neigung des Meerhorizontes," d. h. die nothwendig werdende Correction *alſo* gemeſſener Geſtirnhöhen. Nun kennt man aber in dem bei o rechtwinkligen Triangel c (Erdmittelpunct) ho, den Erdhalbmeſſer co (welcher auf der Tangente ho ſenkrecht ſteht) und, wenn man dazu die gegebene Höhe nh addirt, auch die Seite ch, womit man (ch : co = 1 : sin cho), sin cho $= \frac{co}{ch}$, alſo Winkel cho erhält, deſſen Complement who jene Neigung iſt.* — Hier ſehe ich aber allerdings eine Einwendung auf den Lippen meiner Leſer ſchweben. „Auf dem *feſten Lande*," werden Sie mir ſagen, „muß bei *gleicher Erhebung* über der eigentlichen Horizontal- (z. B. Sand-) Ebene ganz daſſelbe eintreten; — weßhalb iſt oben nur vom *Meer*horizonte die Rede?" — „Auf dem *feſten Lande*," erwiedere ich Ihnen hierauf, „meſſe ich (vergl. wieder *Horizont*, S. 788.) *nicht* von dem bei einer Erhebung des Beobachters über das Erdplanum allerdings auch ſchief unter die Horizontal-Ebene hinabſinkenden Grenz- (ſcheinbaren Zuſammenſtoß-) Kreiſe zwiſchen Himmel und Erde an, indem ich mir *hier* durch gleich *feſte* Aufſtellung meines Inſtruments, z. B. des *Quadranten*, immer eine, dem ſcheinbaren (d. h. alſo, um es nochmals zu wiederholen, dem, von einem im Niveau ſelbſt liegenden Auge beherrſchten) Horizonte *parallele** Ebene (das uw unſerer Figur) verſchaffen kann, welches dagegen auf dem ſchwankenden Schiffe nicht angeht, ſo daß der Seemann in Ermangelung derſelben *gezwungen* iſt, den geneigten Meerhorizont, den Grenzkreis, wo Meer und Himmel zuſammen zu ſtoßen ſcheinen, als Horizont, von wo an er die Geſtirnhöhen mit ſeinem, bloß in der *Hand* gehaltenen *Sextanten* mißt, zu benützen." Dieß wird zur Widerlegung des erhobenen Einwandes hinreichen; — und ich bemerke nur noch, daß die ausübende Nautik ein eigenes Inſtrument zur *unmittelbaren Meſſung* dieſer „Nei-

* Eine Tafel dieſer „*Neigung des Meerhorizontes*" für die verſchiedenen Erhebungen über dem Meeresſpiegel enthält jedes Lehrbuch der Schifffahrtskunde; ich halte die vollſtändige Aufnahme für meinen Zweck überflüſſig. Als Beiſpiel finden die Leſer darin die „Tiefe der Kimm" für eine Erhebung von 50 Fuß über dem Meeresſpiegel = 7 Minuten 36″ angegeben; ſetzen Sie aber (vergl. *Erde*, S. 355.) den Erdhalbmeſſer (co) = 19615800 Fuß, ſo wird ch alſo = 19615850 Fuß, mithin $\frac{co}{ch} = \frac{19615800}{19615850}$ $= 0{,}9999974 = \sin 89^\circ\ 52'\ 24''$ (wenigſtens ſehr nahe), davon das Complement wirklich jene . . . . . . „ 7 36 ſind. — Bei dieſer Erhebung von 50 Fuß über dem Meeresſpiegel überſieht man alſo ſchon (2. [7′ 36″]) 15′ 12″ *mehr* als 180° von der ſcheinbaren Himmelskugel.

* Es iſt ſchon oben hervorgehoben, daß der *gegenſeitige* Abſtand dieſer beiden Ebenen (oder Viſionsradien) auf *Erden*, wofern ſie ſich nur *ſtreng parallel* bleiben, gegen den *Himmels*-Abſtand nicht in Betracht kömmt.

gung des Meerhorizonts," zu deren Berechnung ich eben Anleitung gegeben habe, beſitzt, welchem ſie den Namen Dipſector beigelegt hat, unter welchem ein eigener Artikel, mit Verweiſung wegen der Sache ſelbſt hierher, darüber handelt. Schließlich verweiſe ich Leſer, welche noch mehr Detail, als mein Werk über den betrachteten Gegenſtand, plangemäß, gewähren kann, verlangen, wie geſagt, auf die eigentlichen Lehrbücher der Schifffahrtskunde (vergl. d. Art.), oder auch auf des verewigten Berliner Hofaſtronomen Bode „Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel." 2te Aufl. Berlin. 1803. gr. 8. (ein gutes Werk), wo z. B. auch eine ſolche Tafel, wie ich in der Anmerkung beſchreibe, gegeben iſt.

Neumond; Novilunium; *Nouvelle Lune.* Dieſen Namen gibt man der Erſcheinung der von der Sonne abgewendeten, alſo völlig dunkeln Mondhälfte, oft auch derjenigen Zeit, zu welcher dieſe Mondphaſe (vergl. d. A.) Statt hat; mit andern Worten: wenn im Laufe der Phaſen des abnehmenden Mondes die nun immer ſchmaler werdende Sichel dieſes Geſtirns in den Strahlen der Morgenſonne endlich den Blicken ganz verſchwindet, um erſt einige Zeit nachher in umgekehrter Stellung am Abendhimmel wieder ſichtbar zu werden; ſo ſagt man, es ſey inzwiſchen „Neumond"* geweſen. Im ſtrengeren aſtronomiſchen Sinne iſt der eigentliche Augenblick des „Neumondes" derjenige, zu welchem Sonne und Mond gleiche „Länge" haben (in Conjunction ſind), und uns letzterer, dieſer Lage gemäß, wie geſagt, nur die von der erſteren abgewendete, alſo nicht beleuchtete, dunkle Hälfte (Scheibe) ganz zukehrt und daher auf ſo lange für uns (vergl. jedoch gleich unten) auch unſichtbar iſt. Befindet ſich der Mond zu dieſem Zeitpuncte ſelbſt oder doch angemeſſen kurze Zeit vor- oder nachher im Knoten ſeiner Bahn, ſo tritt (vergl. Finſterniſſe, S. 474.), indem er dann eben zwiſchen Erde und Sonne ſteht, zugleich eine Sonnenfinſterniß ein, er zeigt ſich dann als eine ſolche „dunkle Scheibe" ganz oder zum Theile vor der Sonne, und wird alſo in dieſem, eben angedeuteten Ausnahmsfalle wirklich geſehen.

Beim erwähnten Wiedererſcheinen des Mondes am Abendhimmel nach der dieſergeſtalt beſchriebenen Phaſe des „Neumondes" erblickt man ihn, wie nun ferner zu bemerken iſt, am früheſten in den Lenzmonaten wieder, weil dann die Ekliptik und die (vergl. Mond, S. 149.) nicht viel von ihr abweichende Mondbahn beim Untergange der Sonne einen größeren Winkel mit dem Horizonte machen,* und der Mond daher, ſchon bei geringem Abſtande von letzterer, noch länger nachher ſichtbar bleibt. Hat er dann überdieß nördliche Breite (es iſt natürlich von unſerer Halbkugel die Rede), ſo wird dadurch begreiflich ſein früheres Wiedererſcheinen noch mehr begünſtiget, wozu ſich noch der Umſtand gleichzeitiger Erdnähe geſellen kann, in welcher der Mond mit größerer eigener, der allgemeinen Himmelsbewegung entgegengeſetzter (Bahn-) Bewegung fortrückt (alſo länger über dem Horizonte verweilt). Hevel, der im Art. Mond näher erwähnte fleißige Danziger Mondbeobachter des ſiebenzehnten Jahrhunderts, in ſeiner dort namhaft gemachten „Selenographia." (S. 275 flg.) führt an, daß Er ſelbſt den Mond (ſeine Sichel) zwar nie früher als 40 Stunden nach, und nicht ſpäter als 27**

* Der Ausdruck „Neu"-Mond, und zwar in allen Sprachen, kommt ſehr natürlich daher, weil damit eine „neue" Reihe von Mond-Wiedererſcheinnngen, ein „neuer Mondwechſel" anhebt.

* Die Ekliptik ändert, wie wir im gleich folgenden Art. Neunzigſter noch näher ſehen werden, wegen der Umkreiſung der Rotationsaxe des Erdkörpers durch ihre Pole, in einem Abſtande von über 23°, ihre Lage über dem Horizonte allaugenblicklich ſehr bemerkbar; einige Anſtrengung der Einbildungskraft reicht aber hin, um anſchaulich zu machen, daß ihr Winkel mit dem letzteren dabei unter der obigen Bedingung beſonders groß ausfallen muß.

** Woher dieſer Zeitunterſchied? — Die Morgendämmerung ſcheint die Beob-

Stunden vor der Conjunction geſehen habe, daß es aber bei der Vereinigung aller der oben bezeichneten günſtigen Umſtände möglich ſeyn möge, dieß ſchon 24 Stunden vor oder nach dem Augenblicke des wahren Neumondes zu bewerkſtelligen. In den Tropenländern gelingt dieß wegen der dort Statt findenden größeren Heiterkeit der Luft, welche das Wahrnehmen ſelbſt eines ſehr ſchmalen erleuchteten Randes namentlich in der (vergl. d. voraufgehende Anmerk.) Abenddämmerung geſtattet, beſſer; und nach Zeugniſſen von Reiſenden, wie ſie wieder Hevel l. c. beibringt, iſt es dort vorgefallen, daß man den Mond an Einem und demſelben Tage des Morgens kurz vor Sonnenaufgange noch als „alten,“ und am ſelbigen Abende kurz nach Sonnenuntergange ſchon als „neuen“ wahrgenommen hat. Kommt er uns, ungewöhnlich bald nach der Conjunction, als eine ſolche ſehr ſchmale Sichel zu Geſicht, ſo iſt dieſelbe, welches meine Leſer wohl ſchon ſelbſt beobachtet haben, dann faſt ganz nach unten gekehrt, eine Erſcheinung, die ſich aus der dann Statt findenden reſpectiven Lage der erleuchteten Mondhalbkugel (Scheibe) gegen Sonne und Erde erklärt. * — Dieſe erſte Wiedererſcheinung (Wiederſichtbarwerdung) des Mondes (jener Mondſichel) nach dem (eigentlichen) Neumonde am Abendhimmel war übrigens für diejenigen alten Völker, welche, wie noch jetzt die Muhamedaner (vergl. Jahr, S. 800, Kalender, S. 836, und Monat, S. 142), nach Mondenjahren und Mondenmonaten zählten und den aſtronomiſchen Eintritt des eigentlichen „Neumondes“ doch nicht genau zu berechnen verſtanden, von großer Wichtigkeit; ihr Monat lief von einem ſolchen erſten Erſcheinen der Mondſichel am Abendhimmel bis zum nächſten Wiedererſcheinen derſelben, welches von Jedermann wahrgenommen werden konnte, und hieß, eben wegen dieſer Beziehung auf die „Erleuchtung“ durch den Mond, ein „Erleuchtungsmonat“ (oder, wie wieder Hevel „Selenographia,“ S. 273, ſagt, „Luna prima s. novissima,“ wofür man im Deutſchen jenen Ausdruck angewendet hat). *

Noch iſt endlich in Bezug auf dieſe Mondphaſe zu bemerken, daß, wenn der Mond nach dem „Neumonde“ ſchon bis gegen Ende der Dämmerung über dem Horizonte bleibt, dann (vergl. oben) auch der nicht von der Sonne beleuchtete Theil ſeiner Scheibe wahrgenommen werden kann; derſelbe zeigt ſich in einem matten Lichte, welches man von ſeinem Anſehen das aſchfarbige (*lumière cendrée*, ſ. gleich unten) genannt hat, und welches um ſo heller erſcheint, je eher die Beobachtung nach dem (eigentlichen) Neumonde vorgenommen werden kann, und je heiterer unſere Atmoſphäre eben iſt. Daß dieſes Licht vom Abglanze der Erde, welche ihre Sonne-beleuchtete Hälfte der dunkeln Neumondhälfte zukehrt, herrührt, leidet keinen Zweifel (Hevel hat es — vergl. oben — daher auch richtiger „lumen secundarium“ genannt); die Mondbewohner ſehen die Erde, angedeutetermaßen, im vollen Lichte (ſie haben „Voll-Erde“), ** indem bei uns „Neumond“ iſt; und dieſe Beleuchtung hat auch einige Tage nachher, wenn der Mond in ſeiner dann ſchon ſichtbaren Sichelgeſtalt leichter am Himmel aufgefunden werden kann, noch in hinreichender Stärke *** Statt, um nicht nur den

achtung mehr als die Abenddämmerung zu begünſtigen, wovon der Grund wohl in der, durch die vorangegangene Nacht bedingten Dispoſition unſeres Auges liegt.

* Die Leſer mögen Ihrer Einbildungskraft durch Anwendung einer zur Hälfte ſchwarz, zur andern Hälfte weiß gefärbten Holz- oder Pappkugel zu Hülfe kommen, wie ich es erſt gemacht habe.

* Vergl. Ideler's (des würdigen, jetzt verewigten Berliner Hof-Aſtronomen) viel citirtes „Handbuch der Chronologie.“ I. 262, 269, 512. (Das „Lehrbuch“ iſt nur ein Auszug daraus.)

** Dieſe Ideen finden ſich, nach einer Bemerkung in meinen Collectaneen, ſchon beim Möſtlin, Profeſſor der Mathematik zu Tübingen († 1631); ich kann aber die Stelle in ſeinen Schriften nicht näher angeben.

*** Man darf hierbei nicht überſehen, daß die Erde auf dem Monde (ſ. d. A. S. 160) ziemlich vierzehn Mal größer als der Mond auf der Erde erſcheint,

ganzen dunkeln Theil der Scheibe überhaupt, ſondern beſonders auch ſogar manche einzelne, das Licht beſonders gut reflectirende Bergſpitzen u. ſ. w. bemerken zu laſſen. Der uns bekannte Lilienthaler Aſtronom Schröter (vergl. ſeine im eben citirten Art. Mond S. 172 näher bezeichneten „Selenotopographiſchen Fragmente.“ §. 425 flgd. und 460) macht rückſichtlich dieſer Mondbeleuchtung durch „Erdſchein“ noch die überaus intereſſante Bemerkung, daß zwar (vgl. oben) die Stellung des Mondes nach dem „Neumonde“ im März und April Abends eben ſo günſtig zur Beobachtung der Nachtſeite, als im Auguſt und September Morgens vor dem Neumonde ſey, daß man dieſe Nachtſeite aber dennoch im letzteren Falle viel ſchöner ſehe, weil dann das feſte Land der Erde (Europa, Aſien, Afrika) dem Monde zugekehrt ſey, welches mehr Licht reflectire, als das im erſteren Falle gegen dieſes Geſtirn gewendete Atlantiſche Meer. — Mit der Andeutung dieſes Unterſchiedes, welchen unſer großer Mondtopograph Mädler weiter verfolgen ſollte, beſchließe ich den Artikel.

Neunzigſter; Nonagesimus; *Nonagésime*. Dieſen Namen führt derjenige Punct der Ekliptik, welcher für einen gegebenen Moment von ihren beiden, eben im Horizonte befindlichen (alſo vom eben auf- und eben untergehenden) Puncten 90° weit abſteht; mit andern Worten: der „Nonageſimus“ iſt der 90ſte Grad der Ekliptik, vom Horizont an gerechnet; und ſeine Höhe gibt demnach das Maß des Winkels ab, den die Ekliptik eben mit dem Horizonte bildet. — Die ausübende Aſtronomie macht, wie ich, um die Unterſuchung nicht ſteril erſcheinen zu laſſen, gleich hervorhebe, vom „Neunzigſter“ eine mehrfache, unten näher nachzuweiſende Anwendung, daher ich in einiges Detail darüber eingehen muß.

Da die Ekliptik ein größter Kreis iſt, ſo ſchneidet ſie den Horizont (von welchem ſie, als von einem andern größten Kreiſe, halbirt wird) auch immer ſo, daß eine ihrer Hälften über ihm ſteht, und daß alſo die Durchſchnittspuncte um den Halbkreis, um 180°, von einander entfernt ſind; — und der „Neunzigſte“ bezeichnet daher die Mitte zwiſchen jenen beiden im Horizonte liegenden Puncten der Ekliptik, wo ſich letztere zugleich am höchſten über denſelben erhebt. Nicht bloß dieſe Puncte verändern aber bei der täglichen Himmelsbewegung ihre Stelle im Horizonte beſtändig, ſondern die Lage der ganzen Ekliptik gegen den Horizont wird dabei zugleich allaugenblicklich eine andere;* und der „Nonageſimus“ ſelbſt nimmt daher nicht weniger auch immer andere Stellungen zu- und Höhen über demſelben ein. Nur in dem Augenblicke, da die Nachtgleichen eben im Horizonte ſtehen, liegt, wie man ſich leicht vorſtellig macht, der „Nonageſimus“ auch im Meridian (fällt der Solſtitialpunct mit ihm zuſammen), und ſeine Höhe über dem Horizont iſt dann = Aequatorshöhe ± Schiefe der Ekliptik, wo ſich die entgegengeſetzten Zeichen auf den Um-

und ſeine Erleuchtung durch ſie daher auch im nämlichen Verhältniſſe ſtärker ausfällt.

* Da die Ekliptik (der „ſchiefe Kreis,“ wie wir ſie in dieſem Art. S. 294 bezeichnet haben) den Aequator unter einem Winkel, einer „Schiefe“, von $23^1/_2{}^0$ durchſchneidet, ſo hat ſie auch ihre beſondern Pole, welche in einer, jener „Schiefe“ gleichen Weite von den Weltpolen abſtehen, und ſich in den 24 Stunden der Tagesbewegung (auf den Polarkreiſen) um jene bewegen. Aus dieſer Umdrehung in dieſer Stellung folgt, wie man leicht einſieht, die allaugenblicklich andere Lage der Ekliptik gegen den, wohl auf dem Aequator, aber nicht auf ihr perpendicularen Meridian, und gegen den Horizont, von welcher ſteten Aenderung mit Verweiſung wegen des Näheren hierher ſchon im vorangehenden Artikel die Rede geweſen iſt; die, um es mit noch andern Worten zu wiederholen, jene Pole verbindende Axe der Ekliptik umläuft bei jeder Rotation des Erdkörpers ſeine Rotationsaxe auf den Polarkreiſen, und bringt die ſich alſo mitdrehende (nachgezogene) Ekliptik ſelbſt dabei natürlich allaugenblicklich in eine andere Lage gegen den Horizont und gegen den, angemerktermaßen, nur auf dem Aequator, nicht aber auf dem „ſchiefen Kreiſe“ perpendicularen Meridian.

ſtand beziehen, ob für unſere Halbkugel eben die nördliche (+), oder ſüdliche (—) Hälfte der Ekliptik über dem Horizont iſt. In allen andern Fällen iſt der „Nonageſimus“ von demjenigen Puncte der Ekliptik, der zu dieſer Zeit im Meridian ſteht, und daher der culminirende Punct (der „Ekliptik,“ und alſo nicht zu verwechſeln mit dem, die Mitte des Himmels, vergl. d. A., bezeichnenden, eben culminirenden Aequatorspuncte), verſchieden; wird z. B. eine von den Nachtgleichen, ſtatt wie vorher im Horizonte, vielmehr im Meridian angenommen, ſo fällt der „Neunzigſte“ am weiteſten abend- oder morgenwärts, d. h. ſein Azimuth wird dann ein Größtes. Für alle ſolche Fälle läßt ſich der „Neunzigſte“ aber durch Auflöſung eines Kugeldreiecks berechnen, wenn Polhöhe des Ortes, Schiefe der Ekliptik und Abſtand der Nachtgleiche vom Mittage gegeben ſind, wozu ich hier nun nähere Anleitung ertheilen will. *

Nach Fig. 8. iſt d l die halbe Ekliptik an der Oſtſeite des Himmels; dS der dort über dem Horizont ſtehende Theil derſelben, welcher über 90° austrägt. Ein vom Nordpole der Ekliptik e durch den Scheitelpunct Z auf die Ekliptik bis zum Horizont gezogener größter Kreis, eZuw, der zugleich ein Breiten- und Verticalkreis wird, bezeichnet in der Ekliptik den Punct u, der alsdann der 90ſte Grad (*„Nonagesimus“*) vom auf- und untergehenden und daher der höchſte über dem Horizont iſt; wu iſt die Höhe dieſes 90ſten Grades über dem Horizont = Ze = dem Abſtande des Zeniths vom Pole der Ekliptik (eu = Zw = 90°; 90° — Zu = Ze), und weil uS = 90° und der Winkel uwS ein rechter iſt, ſo iſt S der Pol des Kreiſes uw, und der Winkel uSw mißt gleichfalls die Höhe des 90ſten Grades; der Bogen u♈ iſt der Abſtand des 90ſten Grades vom Widderpunct weſtlich; d iſt der culminirende Punct der Ekliptik und A des Aequators oder die Mitte des Himmels (vergl. oben). Kennt man nun letztere für eine gewiſſe Zeit, ſo läßt ſich der zuſtimmende Punct der Ekliptik finden; und geſetzt, deſſen Abweichung ſey ſüdlich = Ad, ſo wird bei der bekannten Polhöhe die Höhe des culminirenden Punctes der Ekliptik Rd bekannt. Es ſey ferner noch der Winkel der Ekliptik mit dem Meridian = SdR gegeben, ſo iſt in dem bei R rechtwinkligen Dreiecke dRS, Rd und der Winkel SdR bekannt; und nun wird cos Rd sin SdR = cos dSR = dem Winkel des aufgehenden oder untergehenden Punctes der Ekliptik mit dem Horizonte, der allemal der Höhe des 90ſten Grades wu gleich iſt. * Die Länge des 90ſten Grades findet ſich aus: cot Rd . cos SdR = der cot eines Bogens, welcher in dieſem Falle von 180° ſubtrahirt Sd gibt. Da aber hier der Bogen der Ekliptik ud zwiſchen dem 90ſten Grad und dem culminirenden gleich iſt, Sd — 90°, ſo hat man cot Rd . cos SdR = tang ud. Nun gibt du, zum culminirenden Puncte der Ekliptik addirt, die Länge des 90ſten Grades und damit deſſen Abſtand vom ♈ Punct, und 90° = uS, zur Länge von u addirt, gibt die Länge des aufgehenden Punctes der Ekliptik. Wenn 0° ♑ und 0° ♋ culminiren, ſo liegt, wie geſagt, der 90ſte Grad der Ekliptik mit dieſen Puncten zugleich im Meridian, wenn die Zeichen ♑, ♒, ♓, ♉ und ♊ culminiren, ſo ſteht der 90ſte Grad und mit ihm der größte Theil der Ekliptik an der Oſtſeite des Himmels, hingegen an der Weſtſeite, wenn die 6 übrigen Zeichen ♋, ♌ ♍, ♎, ♏ und ♐ den Meridian paſſiren. Steht 0° ♑ im Meridian, ſo geht 0° ♎ unter und 0° ♈ auf, und der Winkel der Ekliptik mit dem Weſt- und Oſt-Horizont iſt der kleinſte. Iſt aber 0° ♋ im Meridian, ſo geht 0° ♈ unter und 0° ♎ auf, und jener Winkel iſt der größte. Er iſt in beiden Fällen der Höhe des culminirenden Punctes der Ekliptik gleich. —

* Ich folge dabei einer mir vorliegenden Darſtellung des verewigten Hofaſtronomen Bode zu Berlin, welcher mir den nicht ganz leichten Gegenſtand noch am klarſten zu behandeln ſcheint, und laſſe, zur Begünſtigung dieſer Klarheit, ſelbſt einige Wiederholungen paſſiren.

* Die Ekliptik durchſchneidet den Oſt- und Weſthorizont für jeden nämlichen Augenblick unter einem gleich großen Winkel, deſſen Maß die jedesmalige Höhe ihres 90ſten Grades über dem Horizont gibt.

Die Eingangs erwähnte mehrfache Anwendung des „Nonageſimus“ ſodann, worauf ich nach dieſer Anleitung zu ſeiner Beſtimmung hier zurückkommen wollte, wird vorzüglich bei Berechnung des koſmiſchen und akronyktiſchen Aufganges (vergl. den Art. Aufgang. S. 82) und Unterganges der Geſtirne und der Parallaxe gemacht, inſofern dieſe letztere nämlich mit Beziehung auf die Ekliptik ermittelt werden ſoll, in welchem Falle der „Nonageſimus“ eine eigene (jetzt zwar weniger gebräuchliche und daher im betreffenden Art. „Finſterniſſe“ von mir auch nicht beſonders aufgeführte, hier aber doch nicht ganz mit Stillſchweigen zu übergehende) Methode zur Behandlung der Mond- und Sonnenfinſterniſſe gewährt.* Wir haben im gedachten Art. nämlich die Parallaxe des Mondes als eines der wichtigſten Elemente zur Darſtellung des Vorganges der Finſterniſſe kennen gelernt; weiß man aber die Länge des „Nonageſimus“ und die gleichzeitige Länge des Mondes, ſo nimmt man beider Differenz, welche demnach den Abſtand des Mondes vom „Neunzigſten“ gibt, und ſolchergeſtalt in Verbindung mit der Höhe des Nonageſimus und der Breite des Mondes die in Rede ſtehende Parallaxe dieſes Geſtirns, und zwar in Länge und Breite, alſo, wie ich oben ſage, „mit Beziehung auf die Ekliptik“ finden läßt. Ausführliche Anweiſung dazu beim Lalande „Astronomie.“ §. 1663 flgd. und 1876 flgd., wohin ich wegen weiterer Verfolgung des Gegenſtandes, welche mein Werk plangemäß nicht zuläßt, ſchließlich verweiſe.

Niederſteigender Knoten, ſiehe Knoten, S. 918.

Niederſteigende Zeichen, ſ. Zeichen.

Nivelliren, ſ. Waſſerwage, wohin in Inſtrumente, aſtronomiſche, S. 818, verwieſen iſt.

* Ich finde in meinen Collectaneen, daß es unſer Kepler (vergl. deſſen „Epitome astronom Copernic.“ S. 888) geweſen iſt, welcher die erſte Anwendung von dieſer Methode zur Berechnung der Finſterniſſe gemacht hat.

Nördliche Abweichung, nördliche Breite u. ſ. w., vergl. die Art. Abweichung, Breite u. ſ. w. ſelbſt.

Nonageſimus, ſ. Neunzigſter.

Nonius, ſ. Vernier.

Nord, Norden, ſ. Mitternachtspunct.

Norden und Süden, als phyſiſcher Gegenſatz. „Es iſt auffallend,“ bemerkt der verewigte Wiener Aſtronom Littrow an mehreren Orten ſeiner Schriften, namentlich in dem durch ihn bearbeiteten Artikel Venus, der mehrfach citirten neuen Ausgabe des Gehler'ſchen „Phyſikaliſchen Wörterbuches,“ „es iſt auffallend, daß bei allen Planeten, welche wir in dieſer Beziehung näher unterſuchen können, die ſüdliche Hemiſphäre auch immer die gebirgigere und kältere iſt, ſo daß „Norden und Süden,“ wenigſtens in unſerem Sonnenſyſteme, nicht bloß einen mathematiſchen Gegenſatz zu begründen, ſondern auch in ihren phyſiſchen Eigenſchaften weſentlich von einander unterſchieden zu ſeyn ſcheinen, etwann in der nämlichen Art, wie ſchon nach Franklin's (des bekannten großen Nordamerikaniſchen Phyſikers) Behauptungen der Magnetismus des Planeten Erde.“ — Dieſe wichtige Bemerkung, welche ich auch bereits im Artikel Mars, S. 76, hervorgehoben habe, kann hier freilich nur erſt noch als eine Andeutung ſtehen; indeß wiederhole ich ſie in dieſem beſondern Artikel, um dadurch vielleicht Anlaß zu ihrer Verfolgung, und ſomit zur Aufhellung einer der intereſſanteſten Nachtpartien der planetariſchen Topographie zu geben.

Nordlicht, Nordſchein; Aurora borealis, Lumen boreale; *Aurore boréale*, Lumière boréale. Dieſe ſchöne, den meiſten meiner Leſer wohl ſchon aus eigener Anſchauung bekannte, auch auf eine andere Veranlaſſung bereits im erſten Bande unſeres Werkes, S. 1018, näher geſchilderte Erſcheinung beſteht im Allgemeinen in einem ſtarken, oft hochrothen oder feuerfarbenen Lichte, aus welchem hellere Lichtſäulen gegen den Scheitelpunct aufſteigen, und welches ſich in unſern Gegenden zuweilen, öfter aber

weiter nordwärts * zeigt. Die eigentliche Erörterung dieſes viel beſprochenen Meteors gehört in die ſpecielle irdiſche Meteorologie; ich geſtehe, daß mich von allen über das „Nordlicht“ bis jetzt gewagten Hypotheſen keine in dem Maße als die von Kaſtner ** aufgeſtellte befriediget hat, welcher die Nord- und Südſcheine für die, den magnetiſchen Erdpolen periodiſch entſtrahlende Erdelektricität hält. Dieß ließe ſich vielleicht ohne viele Mühe auf Franklin's Anſicht zurückführen, nach welcher das Nordlicht als eine Folge der Wiederherſtellung des elektriſchen Gleichgewichtes zwiſchen der Polarluft und der Luft der wärmeren Erdſtriche erſcheint. Das Hauptverdienſt der Phyſiker aber, welche ſich in der neueren Zeit mit Beobachtung des Nordlichtes beſchäftiget haben, beſteht in der Nachweiſung ſeines Zuſammenhanges mit den Phänomenen des telluriſchen Magnetismus. Die Erde hat bekanntlich zwei magnetiſche Axen und alſo vier magnetiſche Pole, welche in nicht zu großen Entfernungen vom Nord- und Südpol der Erde liegen. Polarlichte (Nord- und Südlichte) ſieht man an allen dieſen vier Polen. Der höchſte Punct des Lichtbogens ferner liegt (wenigſtens in nicht ſehr hohen Breiten) ſtets im magnetiſchen Meridian; und die Lichtſäulen ſind parallel mit der Richtung der reſultirenden Magnetkraft an jedem Orte. Iſt das Nordlicht unruhig, ſo zeigt ſich auch die Magnetnadel unruhig, weicht in Zeit von wenigen Minuten um drei, vier, ja fünf Grade von ihrer Normalſtellung ab, und hat zuweilen eine ſehr veränderliche Bewegung, zum deutlichen Beweiſe, daß die Magnetkräfte der Erde gleichzeitig in großer Aufregung ſind. Dieſe, unzählige Male beobachteten, in der franzöſiſchen Marineſprache unter dem Namen der „affolements“ bekannten Affectionen der Abweichungsnadel zur Zeit des Eintritts der Polarlichte ſcheint eine augenblickliche Beſtätigung für deren magnetiſche, oder, wenn man bei der nahen Verwandtſchaft beider Kräfte will, elektriſche Natur abzugeben.

Auf dieſe Andeutung muß ich mich aber, wie geſagt, über den nicht ſtreng aſtronomiſchen Gegenſtand beſchränken, und verweiſe Leſer, welche ihn weiter verfolgen wollen, namentlich noch auf eine denſelben behandelnde, verdienſtliche Monographie von Dr. Ideler (Sohn des jetzt verewigten Berliner Hofaſtronomen): „Ueber den Urſprung (der Feuerkugeln und) des Nordlichtes.“ Berlin. 1832. gr. 8.

* Man hat, wiewohl ſeltener, auch „Südlichter“ beobachtet, worauf ich in einem beſondern Artikel zurückkomme.

** Vergl. Gren's (ehemaligen Profeſſors zu Halle) „Grundriß der Naturlehre.“ 6te, durch Kaſtner, Profeſſor der Phyſik zu Bonn, beſorgte Aufl. (gutes Werk!) Halle. 1820. gr. 8. S. 844.

Nordpol am Himmel, ſ. Weltpole.

Nordpol der Erde, ſ. Erdpole.

Nordſchein, ſ. Nordlicht.

Nutation, ſ. Wanken der Erdaxe.

O.

Obere Planeten, ſ. Planeten.

Objectivglas, ſ. Fernrohr, S. 425.

Objectivlinſe, ſ. Mikroſkop.

Objectivmikrometer, ſ. Heliometer, gleich Eingangs in der Anmerkung.

Obſervation, ſ. Beobachtung.

Octant (Hadley'ſcher), ſ. Spiegel-Quadrant.

Ocularglas, ſ. Fernrohr, S. 426.

Oppoſition, Gegenſchein; Oppositio; *Opposition* (das aſtronomiſche Zeichen dafür iſt ☍). Zwei Geſtirne, welcher Art ſie auch ſeyn mögen (Hauptplaneten unter einander, oder mit der Sonne oder mit Nebenplaneten, Fixſternen, oder dieſe letzteren verſchiedenen Himmelskörper untereinander) befinden ſich (vgl. Aſpecten, S. 53) für uns in der „Oppoſition,“ im „Gegenſcheine,“

wenn ihre *Längen* (die Puncte in der Ekliptik, welche ſie *ſelbſt* einnehmen, oder, da die Bahnebenen nicht mit der Ekliptik zuſammenfallen, ſondern nur die *Knoten* [vergl. d. A.] mit ihr gemein haben, wohin ihr *Breitenkreis* trifft), von der Erde* aus betrachtet, um den Halbkreis um 180° verſchieden ſind: ſie ſtehen ſich dann, den Planeten Erde *zwiſchen ſich* habend, einander am Himmel gegenüber; ſie befinden ſich in *demſelben*, durch beide Pole der Ekliptik gedachten und alſo auf der (erweiterten) Ebene der letzteren ſenkrechten (Breiten-) Kreiſe (*ſeiner* Ebene), aber der eine auf dem einen durch die Pole begrenzten Halbkreiſe deſſelben, der andere auf dem andern und bei *gleichem* oder *ungleichem* (oder, wenn ſie im angeführten Falle eben in der Ekliptik *ſelbſt* ſind, *gar keinem*) Abſtande von jener *Ebene*; das *eine* dieſer Geſtirne geht dann *ungefähr* zu der Zeit auf, zu welcher das *andere* untergeht, es iſt *ungefähr*** in der *oberen* Meridianhälfte, wenn *dieſes* dagegen die untere erreicht. Letzteres tritt z. B., um gleich den uns bekannteſten nächſten Fall hervorzuheben, für den *Vollmond* ein, wenn ſich die Länge des Mondes von der Länge der Sonne um den Halbkreis, um die obigen 180°, unterſcheidet, und der Mond alſo der Sonne, wo nicht in der Ebene der Ekliptik ſelbſt,* doch in der bezeichneten, auf derſelben ſenkrechten Ebene ſeines Breitenkreiſes dergeſtalt gegenüber ſteht, daß der Planet Erde eben zwiſchen beiden Geſtirnen liegt; ſo befindet ſich der Mond, unſerer Definition gemäß, mit der Sonne in „Oppoſition,“ im „Gegenſcheine:“ wir haben dann, in Folge ſeiner Lage gegen Sonne und Erde, „Vollmond,“ und ſehen ihn, indem die Sonne ſolchergeſtalt eben die *untere* Meridianhälfte erreicht, d. h. *etwann* um Mitternacht, angegebenermaßen, in deſſen *obere* Hälfte treten.

Am wichtigſten für die Aſtronomie ſodann ſind jedoch die *Oppoſitionen* der *oberen Planeten* (d. h. derjenigen, z. B. gleich *Mars*, deren Bahnen die Erdbahn *umſchließen*) *mit der Sonne*, ſie geben für dieſe „*oberen*“ Planeten Dasjenige ab, was die (*unteren*) „*Conjunctionen*“ (vergl. d. A. S. 201) für die *unteren* ſind. Wenn ſich ein oberer Planet, z. B. wieder *Mars*, mit der Sonne in Oppoſition befindet, ſo liegt der Punct der Ekliptik, welchen (wofern er ſich nicht, wie oben bevorwortet worden, gerade *ſelbſt* in der Ebene derſelben, im *Knoten* befindet) ſein *Breitenkreis* trifft, eben mit den Mittelpuncten von Erde und Sonne in derſelben Geraden, und ſeine *geocentriſche Länge* iſt dann ſeiner *heliocentriſchen gleich*, dergeſtalt, daß man durch bloße *Beobachtung* der *erſteren* alſo unmittelbar eine ſolche *letztere* erhält. Wir wiſſen aber, daß ſich alle planetariſche Bewegung auf die *Sonne* bezieht, und daß ſich das Geſetz dieſer Bewegung demnach nur auf die Kenntniß „*heliocentriſcher*“ Oerter begründen läßt, wie dergleichen Oerter (Längen) alſo im Falle der „Oppoſition“ durch die dann zu erlangenden *gleichen geocentriſchen* vertreten

* „Geocentriſch“; denn *heliocentriſch* können die Aſpecten ganz andere ſeyn, indem die Erde z. B. den Mars mit der Sonne in *Oppoſition* findet, ſieht ihn die *Sonne* mit der Erde in *Conjunction*.

** „Ungefähr;“ — damit dieß ganz *genau* der Fall würde, müßten, wie man leicht einſieht, die beiden Geſtirne, zugleich abgeſehen von aller *Eigenbewegung*, ſich einander, ſtatt mit Bezug auf die *Ekliptik*, vielmehr mit Bezug auf den *Aequator*, um 180° gegenüber liegen; ſie müßten, *ſtatt in Länge*, in *gerader Aufſteigung* um 180° verſchieden ſeyn, denn nur vom *Aequator* und ſeinen Parallelen, *nicht* aber von der Ekliptik ſchieben ſich in *gleichen Zeiten* auch *gleiche Bögen* durch den Horizont und Meridian. — Ich habe auf dieſen Umſtand ſchon im verwandten Art. *Conjunction*, S. 204, aufmerkſam gemacht, welchen Art. ich zu vergleichen bitte.

* In den „Knoten,“ — welche Vereinigung von Umſtänden eine (vergl. *Finſterniſſe*, S. 455) centrale Mondfinſterniß veranlaſſen würde, worüber die Erörterungen *hier* aber nicht weiter her gehören.

werden. Nehmen wir an, die Erde befinde ſich heute mit dem Mars in Oppoſition, alſo in der angegebenen Art zwiſchen ihm und der Sonne, ſo durchläuft ſie mit ihrer bekanntlich raſcheren Bewegung von da ab ihre ganze Jahresbahn (ein oder mehrere Mal), und trifft, jenen Bahnweg über den Einen vollen Umlauf (oder die mehreren vollen Umläufe) noch weiter fortſetzend, mit dem ihr in ſeiner Bahn langſamer nachrückenden Mars nach einiger Zeit wieder (zum zweiten Male) in „Oppoſition“ zuſammen. Die zwiſchen zwei ſolchen nächſten Wiederzuſammenkünften der Erde mit einem oberen Planeten, wie hier mit Mars, in Oppoſition, heißt dieſes „oberen Planeten“ ſynodiſcher (vergl. d. A.) Umlauf; und es läßt ſich daraus deſſen tropiſcher * Umlauf, auf den es eben zunächſt ankommt, durch ein Verfahren ableiten, zu dem ich, eine weitere Betrachtung für den Schluß aufſparend, nun übergehe.

Man benützt aber bei dieſem Verfahren, welches, wie ich gleich bevorworten muß, die Kenntniß der ungefähren Dauer der Umlaufszeit des oberen Planeten, die man dadurch nur auf das genaueſte beſtimmen will, nicht, wie oben, zwei grenzende, ſondern vielmehr der Zeit nach möglichſt weit auseinander liegende Oppoſitionen, ** um ſolchergeſtalt einen Mittelwerth zu erhalten, für welchen ſich die mehrfachen, die einzelnen Umläufe bald in einem, bald im entgegengeſetzten Sinne afficirenden ſtörenden Einflüſſe compenſiren. So war, nach einer Beobachtung von Ptolemäus, bei einer Oppoſition des Mars: die Länge dieſes Planeten

im Jahre 130 n. Chr. am 13. Decbr. 11h. 48′ Abends *** = 2 Z. 21° 22′ 50″;

Caſſini fand dieſelbe bei einer ſpäteren Oppoſition, im Jahre 1709, am 4. Januar . . . . . . 5. 48′ Abends = 3. 14. 18. 25.

Unterſchied = 1578 J. 11 T. 18 St. { „ 22° 55′ 35″,

oder, da von dieſen 1578 Jahren $\left(\frac{1578}{4} =\right)$ 394 Schaltjahre ſind, 576375 Tage, 18 Stunden. In dieſer Zeit hat Mars mit der, bevorwortetermaßen, „ungefähr“ bekannten Umlaufsgeſchwindigkeit 839 ganze Umläufe und darüber die obigen 22° 55′ 35″ gemacht; und man erhält alſo die Proportion:

$$839 \cdot 360^\circ + 22^\circ\, 55'\, 35'' : 576375\tfrac{3}{4}\ \text{Tage} = 360^\circ : \text{Zeit Eines tropiſchen Umlaufes},$$

welche Zeit man daraus = 686 Tage 22 Stunden 16 Minuten findet. **** (Ich nehme dieſes Beiſpiel aus des uns bekannten Franzöſiſchen Aſtronomen Caſſini, Jacques, „Élémens d'Astron.“ S. 469, wo man die ganze weitläuftige Rechnung nachſehen kann).

Auf dieſe Weiſe iſt nun aber zwar die Zeit zwiſchen zwei ſehr weit auseinander liegenden „Oppoſitionen,“ und ſolchergeſtalt die daraus folgende

* „Tropiſcher,“ nicht ſideriſcher, weil dabei von Längen die Rede iſt, welche man von dem Nachtgleichenpuncte, der von den „Tropen“ immer gerade um 90° abſteht, woher die Benennung, an rechnet.

** Gerade wie bei den unteren Planeten, ſehr weit auseinander liegende Conjunctionen (vergl. d. A. S. 202).

*** Die Zeit iſt auf den, für die zweite Beobachtung benützten Pariſer Meridian reducirt.

**** Im Art. Mars, S. 69, iſt die mittlere Dauer der tropiſchen Revolution dieſes Planeten, nach den ſchärfſten neueren Beſtimmungen, = 1 Jahr (von 365 Tagen 6 Stunden) 321 Tage 16 Stunden 19 Minuten, alſo von Caſſini's obiger Ermittlung, wie man ſieht, nur um 3 Minuten verſchieden, angeſetzt.

tropiſche Revolution bekannt geworden; allein man könnte, ohne erſt zur unmittelbaren Beobachtung ſeine Zuflucht nehmen zu wollen, auch die Zeit zwiſchen einer Oppoſition des Mars (ich wähle ihn wieder) und der nächſtfolgenden, d. h., der obigen Definition gemäß, die Dauer Eines ſynodiſchen Umlaufes des oberen Planeten ſelbſt wiſſen wollen, und hierzu dient nun, umgekehrt, wieder die eben feſtgeſtellte Dauer der tropiſchen Revolution, welche man ſolchergeſtalt zunächſt aus weit von einander liegenden Oppoſitionen ohne jene ſpecielle Kenntniß abgeleitet hatte. Dividirt man nämlich mit derſelben die 360° des ganzen Umfanges der Marsbahn, ſo erhält man die mittlere tägliche Bewegung dieſes Planeten

$\left(\frac{360^\circ}{687}\right)$ = ... 31′ 26″;

und in derſelben Art iſt die mittlere tägliche Bewegung des Planeten Erde = . 59. 8

beſtimmt worden.

Mit der Differenz . . 27′ 42″ entfernen ſich beide Planeten täglich von einander, und treffen alſo wieder in „Oppoſition" zuſammen, wenn dieſe Differenz* = 360° geworden iſt, welches die Proportion:

27′ 42″ : 1 Tage = 360° : geſuchten ſynodiſchen Umlaufszeit des Mars,

gibt, die man ſolchergeſtalt (vergl. d. A. Mars, l. c.) = 2 Jahre 49 T. 12 h. findet.**

Dieß würde über „Oppoſition" in Bezug auf die oberen Planeten eben ſo hinreichen, wie ich mich in „Conjunction" (untere) in Bezug auf die unteren darauf beſchränkt habe, wenn die einzige Abſicht bei den betreffenden Beobachtungen die Beſtimmung der Dauer der Umläufe wäre. Oft bezweckt man aber auch überhaupt eine Vergleichung mit den Tafeln zur eventuellen Verbeſſerung derſelben, und unter dieſem, ſchon vorn angedeuteten, weiteren Geſichtspuncte füge ich noch die nachſtehenden, zugleich den citirten verwandten Art. Conjunction ergänzende Darſtellung bei:

Die Vergleichung des beobachteten Ortes der Planeten mit dem aus ſeinen Elementen berechneten, oder mit dem „tabellariſchen" Orte deſſelben wird nämlich beſonders bei den Beobachtungen der „Oppoſitionen" der Planeten angewendet, welche für die Theorie derſelben immer von vorzüglichem Werthe ſind, weil, angeführtermaßen, die geocentriſche Länge des Planeten in der Oppoſition gleich ſeiner heliocentriſchen, oder gleich derjenigen Länge iſt, die man aus dem Mittelpuncte der Sonne oder aus dem Mittelpuncte der Bewegung aller Planeten beobachten würde. Um dieſe

* Es folgt hieraus, daß der ſynodiſche Umlauf um ſo länger dauert, je kleiner dieſe Differenz iſt, eine Bemerkung, auf welche wir zurückgeführt werden werden.

** Nennt man die tropiſche Umlaufszeit des Mars T, der Erde t, ſo erhält die obige Proportion die Geſtalt:

$$\frac{360^\circ}{t} - \frac{360^\circ}{T} : 1 \text{ Tage} = 360^\circ :$$

ſynodiſchen Umlaufe,

woraus derſelbe (gleichwie in Aſpekten, S. 53) $= \frac{tT}{T-t}$ kommt. — Man dürfte ſich hierbei indeß vielleicht nicht gleich recht vorſtellig machen können, wie es zugeht, daß die Erde über zwei volle Umläufe zur Wiedervereinigung mit dem Mars in Oppoſition (zur ſynodiſchen Einholung) gebraucht, da doch deſſen periodiſcher (tropiſcher) Umlauf nur Ein Jahr und 322 Tage dauert. Sey alſo Fig. 9. der Tafel IX. S die Sonne, M der Mars, und demnach die Erde in E mit ihm im „Gegenſcheine," ſo durchläuft ſie ihre ganze Bahn Einmal, und iſt wieder in E, indeß Mars den Punct 2 ſeiner Bahn erreicht hat. Von hieraus bleibt er aber voraus und kommt (eben weil ſein tropiſcher Umlauf nicht volle zwei Erdumläufe dauert) eher wieder nach M, als die Erde beim zweiten Umlaufe nochmals E erreicht, ſo daß ſie ihn alſo erſt nach dieſen zwei Umläufen links von M ſynodiſch wieder einholen (mit ihm in die nächſtfolgende „Oppoſition" treten) kann. — Dieß macht den Vorgang vollkommen anſchaulich.

helioceutriſche Länge aber mit der größten Genauigkeit zu erhalten, und überhaupt dieſe Beobachtungen, nächſt den obigen Herleitungen, auch jenem letzteren Zwecke derſelben, der Verbeſſerung der Tafeln, gemäß anzuſtellen, verfährt man auf folgende Art. Man befreiet die unmittelbar beobachtete Rectascenſion und Declination des Planeten von der Refraction und Parallare, und bringt ſie mit der ſcheinbaren Schiefe auf geocentriſche Länge und Breite. Für die Zeit der Beobachtung ſucht man aus den Sonnentafeln die Länge ☉ der Sonne, und daraus die Länge der Erde L = ☉ + 180° 0′ 20,″25,* und aus den Planetentafeln die helioceutriſche und geocentriſche Länge und Breite (vergl. beide Artikel), und bringt an die letzten die Nutation der Länge und die Aberration der Länge und Breite an. Der Unterſchied des beobachteten und des berechneten Ortes des Planeten gibt die Correction des Planeten in geocentriſcher Länge und Breite. Dieſe Correctionen können aber wegen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler ſelbſt noch einer kleinen Verbeſſerung bedürfen. Um ſie daher mit größerer Schärfe zu finden, beobachtet man mehrere Tage vor und nach der Oppoſition den Planeten, beſtimmt jeden Tag die beiden Correctionen der Tafeln, und nimmt dann das Mittel aus allen Tagen, wodurch man alſo die Correction $d\lambda$ der Länge und $d\beta$ der Breite mit der größtmöglichen Genauigkeit erhält.

Aus dieſen Beobachtungen ſelbſt bemerkt man ſchon auf den erſten Blick, an welchem Tage die Oppoſition fällt. Man ſucht daher für die zwei Tage, welche den Tag der Oppoſition zunächſt einſchließen, die geocentriſche Länge und Breite der Tafeln, und verbeſſert ſie durch die bereits bekannten Correctionen $d\lambda$ und $d\beta$. Für dieſelben beiden Zeiten ſucht man auch die wahre Länge der Erde, und daraus durch eine einfache Proportion erſtens die genaue Zeit der Oppoſition, und zweitens die geocentriſche Länge und Breite für dieſe letzte Zeit.

Wenden wir das Vorhergehende auf folgende Beobachtungen der Pallas (vergl. den bald folgenden Art.) an:

1804 mittl. Z.	Mailand **	beobacht. Rectasc.	beobacht. Declin.
Auguſt 27 . .	11ʰ 50′ 59″	333° 42′ 44.″3 . .	+ 5° 33′ 39.″1
28	46 17	333 31 20.6	5 22 10.4
29	41 35	333 19 58.1	5 10 29.9
30	36 54	333 8 35.9	4 58 42.7
31	32 13	332 57 17.7	4 46 45.7

Dieſe Beobachtungen ſind bloß von den Fehlern des Inſtrumentes und von der Refraction befreit. Aus der erſten findet man, wenn man die Declination um die Höhenparallare 2.″4 vergrößert, mit der ſcheinbaren Schiefe 23° 27′ 55.″5 die geocentriſche Länge 337° 42′ 29.″3, und die geocentriſche Breite + 15° 19′ 50.″0. Aus den Tafeln aber oder aus den Elementen findet man, wenn man die aus ihnen berechnete geocentriſche Länge und Breite durch Aberration und Nutation auf ſcheinbare bringt, die ſcheinbare geocentriſche Länge 337° 35′ 5.″1 und Breite 15° 22′ 6.″3, alſo gibt dieſer Tag die Correction der Tafeln $d\lambda = +$ 7′ 24″2, und $d\beta = -$ 2′ 16.″3, und ſo findet man für alle fünf Tage

* Vergl. Abirrung des Lichtes, S. 19. — Ich bevorworte aber überhaupt, daß dieſe Emendation nur für geübtere Leſer geſchrieben iſt, wogegen ſie von andern Leſern leicht übergangen werden kann. Ich habe ſie, wie geſagt, zur gleichzeitigen Vervollſtändigung des Art. Conjunction, in welchem auch dieſerwegen ausdrücklich hierher verwieſen iſt, nothwendig erachtet, da, auseinandergeſetztermaßen, die (unteren) Conjunctionen der unteren und die Oppoſitionen der oberen Planeten zu den allerwichtigſten aſtronomiſchen Beobachtungen gehören.

** Die hier in Rede ſtehenden Beobachtungen ſind nämlich auf dem Obſervatorium zu „Mailand“ angeſtellt, und beziehen ſich demnach eben ſo auf den dortigen Meridian, wie die oben angeführten Caſſini'ſchen auf den Pariſer.

Auguſt 27	$d\lambda = +\ 7'24''2$		$d\beta = -\ 2'16.''3$
28	7 27.7		2 11.8
29	7 29.1		2 13.5
30	7 29.9		2 13.9
31	7 30.1		2 18.1
Im Mittel	$d\lambda = +\ 7'28.''3$		$d\beta = -\ 2'14.''7$

Da die Oppoſition den 30. Auguſt gegen 5^h fällt, ſo nehme man die bereits für den 29. Auguſt berechnete Länge 337° 4′ 18.″5 und Breite 15° 8′ 54.″8, verbeſſere die erſte um $d\lambda = 7'28''3$, und die andere um $d\beta = -\ 2'\ 14.''7$, wodurch man erhält:

		Verbeſſ. tabell. Länge:	Verbeſſ. tabell. Breite:	Wahre Länge der Erde: $\odot + 180°\ 0'\ 20.''25$.
Auguſt	29. $11^h 41'35'' = t$.	$337° 11'46.''8 = \lambda$.	$15°\ 6'40''1 = \beta$.	$336° 18'54.''1 = L$.
und eben ſo „	30. 11 36 54 $= t'$.	336 56 22.2 $= \lambda'$.	14 59 53.3 $= \beta'$.	337 16 49.3 $= L'$.
Differenz	$23^h 55'19''$.	$-$ 15′24.″6.	$-$ 6.46.8.	$+$ 57.55.2.

Iſt daher $\vartheta = \dfrac{t'-t}{(L'-L) - (\lambda'-\lambda)}$; ſo iſt die geſuchte Zeit T der Oppoſition:

$$T = t + (\lambda - L)\,\vartheta \text{ oder } = t' - (L' - \lambda)\,\vartheta,$$

alſo T = 30. Auguſt $4^h 56'36''$;

für dieſe Zeit iſt demnach die verbeſſerte geocentriſche oder heliocentriſche Länge der Pallas:

$$\lambda - (T-t)\,\frac{(\lambda'-\lambda)}{t'-t} = \lambda' + (t'-T)\,\frac{(\lambda'-\lambda)}{t'-t} = 337°\,0'40.''0,$$

die verbeſſerte geocentriſche Breite derſelben aber:

$$\beta - (T-t)\,\frac{(\beta'-\beta)}{t'-t} = \beta' + (t'-T)\,\frac{(\beta'-\beta)}{t'-t} = 15°\,1'46.''8.$$

Man hat daher als Endreſultat aller Beobachtungen:

Zeit der Oppoſition 30. Auguſt $4^h\ 56'\ 36$ mittl. Zeit Mailand,

helioc. und geoc. Länge 337° 0′40.″0,

geoc. Breite + 15° 1′46.″8;

und es iſt damit alſo, wie man ſieht, eben unſere Abſicht der verlangten „Tafel-Correction“ erreicht.

Noch muß ich, ehe ich dieſen wichtigen Artikel beende, an den Gebrauch erinnern, welchen der ſcharfſinnige Kepler von den, deßwegen auch mit ſo beſonders hervorgehobenen Oppoſitionen des Mars zur Berichtigung der geſammten Planetentheorie gemacht hat, und worüber ſich das Weitere in Kepler'ſche Regeln, S. 902, vorfindet.

Die Ausdehnung des von uns alſo auf dieſen Planeten Mars eingeſchränkten obigen Verfahrens zur Herleitung der tropiſchen und ſideriſchen Umlaufsdauer aus den „Oppoſitionen“ auch auf die übrigen „oberen Planeten“ endlich anlangend, ſo verweiſe ich dieſerwegen auf Lalande „Astronomie.“ §. 1158, in welchem Werke, wie ich ſchließlich anführe, §. 3950 flgd., außerdem eine ſehr detaillirte Anweiſung zur Berechnung einer Oppoſition des Saturn unter einſchränkenden Nebenbedingungen ertheilt wird.

Optik; Optica s. Optice; *Optique*. Unter dieſem Ausdrucke im weiteren Sinne verſteht man die ganze Lehre von der Beſtimmung des Weges der Lichtſtrahlen; im engeren Sinne dagegen nur den Inbegriff der vom geradlinigen Fortgange des Lichtes handelnden Sätze, wogegen die Betrachtung der gebrochenen Lichtſtrahlen der Dioptrik, und der zurückgeworfenen der Katoptrik überlaſſen bleibt. Ueber die letzteren beiden optiſchen Disciplinen, als aſtronomiſche Hilfswiſſenſchaften, handeln eigene Artikel unſeres Werkes, daher ich es hier und unter demſelben Geſichtspunct nur mit der „Optik im obigen engeren Sinne“ zu thun habe. Was daraus aber, in der Sache ſelbſt, vor unſer aſtronomiſches Forum gehört, das habe ich im Vortrage über Licht beigebracht, daher ich mich hier auf einige hiſtoriſche und literariſche Notizen beſchränken kann.

Der obigen Definition der Optik, im angegebenen engeren Sinne, liegt alſo (vergl. den citirt. Art. Licht, S. 42.) das Princip geradliniger Fortpflanzung der von ſelbſtleuchtenden Körpern, namentlich der Sonne, der Fixſterne unmittelbar, von für ſich dunkeln und nur beleuchteten Körpern, z. B. Planeten, Monden, aber nur mittelbar ausgehenden Lichttheilchen * zu Grunde; und dieſes Princip war, wie aus einigen in den philoſophiſchen Schriften zerſtreuten Stellen hervorgeht, bereits in den Schulen der Griechiſchen Weltweiſen, beſonders der Platoniſchen, admittirt. Außer jenen Einzelſtellen iſt aus dem Alterthume eine Art von Syſtem der Optik, unter welchem Namen man, wie wir gleich näher ſehen werden, damals noch die Geſammtheit der Wiſſenſchaft begriff, indem die Trennung in die drei oben bezeichneten Disciplinen erſt ſpäter Statt gefunden hat, auf uns gekommen, welches man dem Euklides zuſchreibt, und welches ſich wenigſtens in der durch den Schottiſchen Mathematiker Gregory beſorgten Geſammt-Ausgabe der Euklideiſchen Werke (Oxon. 1706. Fol.) befindet. Dagegen iſt eine „Optik“ des Ptolemäus verloren gegangen, und wir wiſſen ihre frühere Exiſtenz nur aus den Citaten in Roger Baco's (des bekannten Engliſchen, 1292 zu Oxford als Mitglied des Franciscaner-Ordens verſtorbenen Philoſophen) Schriften (Ausgabe: London. 1733. Fol.). Unter den Arabern ſodann hat Alhazen (wir kennen ihn aus Atmoſphäre, S. 75) ein optiſches Werk geſchrieben, welches in lateiniſcher Ueberſetzung dem „Opticae Thesaurus.“ (Basil. 1572. Fol.) einverleibt iſt.

Man verſtand aber auch noch zu dieſer Zeit unter dem Ausdrucke „Optik,“ wie gleich oben, die drei ſpeciellen Lehren der Dioptrik, Katoptrik und eigentlichen Optik, welche letztere man mit der beſonderen Benennung der Perſpective den beiden erſteren entgegenſetzte; und in dieſem Sinne iſt alſo der Titel eines darüber aus dem dreizehnten Jahrhundert auf uns gekommenen Werkes des

* Ich bevorworte, hier bloß im Sinne der (Newton'ſchen) Emanationstheorie zu ſprechen, als deren Anhänger ich mich bekenne, ohne dieſelbe darum Leſern, welche der Undulationstheorie den Vorzug ſchenken, aufdringen zu wollen. Die Entſcheidung des Streites zwiſchen beiden gehört gar nicht in die Aſtronomie.

Erzbiſchofs zu Canterbury, Peckham: „Perspectiva communis“ (ed. Hartmanni. Norimb. 1542. 4.) zu verſtehen.

Nach der „Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften im Occident“ (wofern dieſer Ausdruck in einer ſolchen Allgemeinheit überhaupt zuläßig iſt) traten mehrere Schriftſteller im optiſchen Fache auf, von welchen ich mich begnüge, den Jeſuiten Aguilonius, als Verfaſſer des weitläuftigen Werkes: „Opticorum libri VI.“ Antverp. 1613. Fol., namhaft zu machen. Auch dieſes Werk vermengt, unter dem gewählten Namen der „Opticorum,“ noch die Lehren der „Perſpective“ (in der eben definirten Bedeutung), Dioptrik und Katoptrik; und erſt etwas ſpäter fing man auf Veranlaſſung der Entdeckung der Fernrohre und Brechungsgeſetze an, jene Lehren der eigentlichen Optik, Dioptrik und Katoptrik, unter dieſen drei beſondern Namen, ſorgfältig von einander zu trennen, ſie aber auch in dieſer Abſonderung noch unter der gemeinſchaftlichen Benennung der „Optik im weiteren Sinne“ (wie ich Eingangs ſage) oder „Optik“ (im Allgemeinen) vorzutragen. In ſolcher Art nun handelt namentlich das, zwar jetzt ſchon etwas veraltete, aber darum doch nicht minder vortreffliche Werk: „Vollſtändiger Lehrbegriff der Optik, nach dem Engliſchen des Smith durch (unſern) Käſtner.“ Altenburg. 1744. 4., die genannten drei optiſchen Disciplinen ſucceſſiv ab. Mit demſelben kann man, beſonders was die indeß gemachten optiſchen Entdeckungen betrifft, John Herſchel's (des Sohnes) berühmte Schrift: „Vom Lichte.“ Deutſch durch Eduard Schmidt. Stuttgart. 1831., verbinden. Außerdem führe ich ſchließlich die „Analytiſche Optik.“ Von Schleiermacher. Darmſtadt. 1842. gr. 8., an, deren Verfaſſer jedoch vor Vollendung ſeines Buches, welche nun durch andere Hand wird beſorgt werden müſſen, verſtorben iſt. — Dieß wird unter unſerem hier aufgeſtellten Geſichtspuncte über „Optik“ genügen.

Optiſcher Ort, ſ. Ort, optiſcher.

Optiſcher Winkel, ſ. Sehewinkel.

Optiſche Täuſchungen, ſ. Geſichtsbetrüge.

Orient, ſ. Morgenpunct.

Ort, geocentriſcher, ſ. Geocentriſch.

Ort, heliocentriſcher, ſ. Heliocentriſch.

Ort, jovicentriſcher, ſ. Jovicentriſch.

Ort, mittlerer; Locus medius; *Lieu moyen*. Man fingirt in der Planetentheorie bekanntlich einen mittleren Planeten (vergl. d. A.), welcher die Bahn des wahren Planeten um die Sonne eben ſo mit einer (gleichförmigen) mittleren (durchſchnittlichen) Geſchwindigkeit durchliefe, wie ſie letzterer mit der wahren (bald größeren, bald kleineren) wirklich durchläuft; der jedesmalige, auf die Sonne als den angegebenen Umlaufs- (Central-) Punct bezogene (heliocentriſche) Ort eines ſolchen „mittleren Planeten“ in der Bahn heißt, im Gegenſatze des bezeichneten wahren, der „mittlere Ort“ des Planeten (in der Bahn).

Außerdem braucht die neuere Aſtronomie den Ausdruck „mittlerer Ort“ („mittlere“ Poſition) aber auch noch in einer anderen Bedeutung. Der Ort nämlich, wo wir (jetzt alſo geocentriſch) die Geſtirne, ſprechen wir zunächſt namentlich nur von Fixſternen, am Himmel wirklich erblicken, ihr Beobachtungs-gemäßer, erſcheinender (ich ſage nicht gern „ſcheinbarer“) Ort (Locus apparens; *Lieu apparent*) hängt mit von der Abirrung und, in Bezug auf den Nachtgleichenpunct, auch von der Präceſſion (und der dieſelbe modificirenden Nutation) ab; abſtrahirt man gänzlich von dieſen Umſtänden (wozu man auch noch die Refraction, und für die übrigen Geſtirne die Parallaxe zählen könnte), ſo heißt der durch Rechnung davon befreiete Ort des Geſtirns, im Gegenſatze des beobachteten (des „lieu apparent,“ des „ſinnlich-wahren“), ebenfalls der „mittlere Ort“,* mit welcher Erklärung ich nun

* Man vergleiche hiermit noch, was über den Begriff mittleres (und wahres) und

nur noch den alsbald folgenden Artikel Ort, ſcheinbaren, zu vergleichen bitte.

Ort, optiſcher; Locus opticus; *Lieu optique.* Wenn das Auge A, Tafel X. Fig. 1., den ſichtbaren Punct C und zugleich hinter demſelben eine Fläche DE ſieht, daß ihm alſo C den Punct der Fläche a verdeckt, ſo heißt a der „optiſche Ort" von C auf dieſer Fläche für das Auge A. Für andere Stellen des Auges ändert ſich, wenn Fläche und Punct die vorigen bleiben, dieſer optiſche Ort: für das Auge B z. B. iſt b der „optiſche Ort" des Objects C auf der Fläche DE. Alsdann heißt ab (als Maß des Winkels aCb = ACB) die Parallaxe (vergl. d. A., mit Bezug auf welchen ich bei dieſer Erläuterung über den Begriff des „optiſchen Ortes" um ſo ſorgfältiger ſeyn muß).

Wofern der Beobachter hierbei durch keinerlei andere Wahrnehmung auf die Bemerkung eines Abſtandes zwiſchen C und DE geleitet wird, ſo urtheilt er nach den gewöhnlichen Regeln des Sehens, C ſtehe in der Fläche DE, alſo in a oder b ſelbſt; er hält durch einen Geſichtsbetrug (vergl. d. A., beſonders aber auch Entfernung, S. 313) den „optiſchen Ort" für den wahren, ſo daß in dieſem Falle jener optiſche Ort zugleich ein ſcheinbarer (ſ. d. gleich folgenden Art.) wird.

So ſehen wir die Geſtirne an der ſcheinbaren blauen Wölbung des Himmels (an der Innerfläche der eingebildeten Himmelshohlkugel), ohne einen Abſtand derſelben von dieſer Kugel-Hohlfläche wahrzunehmen; ihre Stellen ſind nur optiſche Orte, werden aber, dem Anſcheine gemäß, für wahre gehalten, und ſind daher auch ſcheinbare.

Geht das Auge ferner, wiederum ohne ſich dieſer Bewegung bewußt zu werden, z. B. von B nach A über, ſo ſcheint ſich ihm das Object C umgekehrt durch ba zu ſchieben; — und dieß iſt ganz eigentlich dasjenige, was uns bei der täglichen Himmelsbewegung begegnet, bei welcher uns die Geſtirne (C) von b nach a (von der Linken zur Rechten) zu gleiten ſcheinen, indeß vielmehr wir ſelbſt, vermittelſt der weiter nicht empfundenen Axendrehung der Erdkugel, dagegen umgekehrt wirklich in der Richtung BA (von der Rechten zur Linken) fortgeführt werden.

Endlich — und dieß iſt nun rückſichtlich des gleich hervorgehobenen Bezuges zur Parallaxe ſo beſonders wichtig — zeigt ein bloßer Blick auf unſere Figur, daß bei gleich bleibendem Abſtande der Standpuncte A und B von einander der Winkel bei C (eben die Parallaxe) in dem Verhältniſſe abnimmt, als die Entfernung des Punctes (des Geſtirns) C von A und B zunimmt, und daß dieſer Winkel bei einer, gegen jenen Abſtand unverhältnißmäßig großen Entfernung ganz unmerklich werden muß, demgemäß ſich die beiden andern Winkel bei A und B dann zuſammen als zwei rechte, und die Geſichtslinien AC und BC als parallel zeigen. Die Beobachtung lehrt dieß beſonders von den Fixſternen; wäre ihre Entfernung von uns nicht unermeßlich groß, ſo müßten wir, AB gleich den Durchmeſſer (alſo als immer gleichen Abſtand zwiſchen A und B) der Erdbahn denkend, den „optiſchen Ort" des Fixſterns C, von A aus in a, von B aus in b, und alſo die („doppelte jährliche") Parallaxe (vergl. „Parallaxe," jährliche) = einem bemerklichen Winkel ACB finden, wogegen ſich derſelbe in der Wirklichkeit, wie geſagt, vielmehr als faſt ganz unmerklich, und AC ſomit parallel BC ergibt. — Unter dieſem Geſichtspuncte werde ich alſo den Begriff des „optiſchen Ortes" im Art. Parallaxe weiter zu verfolgen haben.

Ort, „ſcheinbarer" (der Ausdruck ſcheint mir — vergl. Ort, mittlerer — in ſeiner ganzen, hier davon gemachten Anwendung nicht vollkommen adäquat, iſt aber für dieſelbe einmal recipirt); Locus apparens; *Lieu apparent.* In der gewöhnlichen Bedeutung heißt zunächſt derjenige Ort, an welchem man, dem nach dem Anſcheine gefällten Geſichtsurtheile gemäß, einen Gegenſtand zu ſehen glaubt, der „ſcheinbare

ſcheinbares „Aequinoctium" zu Schluſſe des Art. Nachtgleiche beigebracht wird.

Ort“ des Gegenſtandes. Einem — wie ich dieß Beiſpiel in dem vorangehenden Art. Ort, optiſcher, welchen ich zu vergleichen bitte, gebraucht habe — (Tafel X. Fig. 1.) in der Geſichtslinie A a ſtehenden Geſtirne C entſpricht an der Hinterfläche DE der vermeinten Himmelshohlkugel der „optiſche“ Ort a; indem ſich aber zwiſchen C und a Nichts befindet, wodurch unſer Urtheil über den wirklichen Abſtand dieſes Geſtirns C von ſeinem „optiſchen Orte“ a an der Fläche DE geleitet werden könnte, ſo verſetzen wir daſſelbe, wiewohl es frei vor dieſer Fläche im Aether ſchwebt, doch an ſelbige ſelbſt, und machen dadurch den optiſchen Ort zum „ſcheinbaren.“

Außerdem aber hat uns ſodann der Artikel Ort, mittlerer (ſ. dieſen A.), noch einen andern Sinn, in welchem die heutige Aſtronomie den Ausdruck „Ort, ſcheinbaren“ („Poſition, ſcheinbare“) gebraucht, kennen gelehrt. Erſtlich nämlich afficirt die Aberration (vergl. Abirrung des Lichtes) den Himmelsort eines Geſtirns: wir ſehen daſſelbe dadurch meiſtens etwas weiter vorgerückt, als ohne dieſen Umſtand der Fall ſeyn würde; und bei Vergleichung des Geſtirns, zweitens, mit dem Nachtgleichenpuncte kommt die Präceſſion (ſammt der ſie modificirenden Nutation) in Betracht, wodurch der Abſtand des Geſtirns von dieſem Puncte größer erſcheint; dieſe Einflüſſe (wozu man — vergl. Geocentriſch, S. 603 — noch die Parallaxe und die Refraction rechnen könnte) beſtimmen im angedeuteten Sinne der neueren Aſtronomie den Begriff des „ſcheinbaren“ (des ſinnlich-wahren, Beobachtungs-gemäßen) Ortes (des „lieu *apparent*“ in engerer Bedeutung), als Gegenſatz des mittleren, worunter man (l. c.) angeführtermaßen den durch Rechnung von ſolchen Einflüſſen befreieten Ort des Geſtirns verſteht.

Ort, wahrer, namentlich eines Planeten in der Bahn, vergl. Ort, mittlerer sub initio, oder gleich Mittlerer Planet. — Was unter „wahres“ Aequinoctium im Gegenſatze des „mittleren“ und „ſcheinbaren“ zu verſtehen ſey, darüber erklärt ſich der Schluß d. A. Nachtgleiche.

Orthographiſch, vergl. d. A. Projectionen, oder auch ſchon Landcharte, S. 34, wo von der Anwendung der „orthographiſchen Projection“ zur perſpectiviſchen Entwerfung ganzer Welttheile auf der Ebene einer Landcharte (eines Bogens Papier) ausführlich die Rede iſt.

Oscillation, ſ. Schwingung.

Oſt, ſ. Morgenpunct.

Oſtergrenze; Terminus paschalis; *Terme pascal.* „Oſtern“ iſt bekanntlich ein „bewegliches,“ vom Mondlaufe abhängiges Feſt, kann aber aus den, im Art. Kalender S. 857. in allem Detail entwickelten Gründen nach Gregorianiſcher Rechnung nie früher als den 22ſten März, nie ſpäter als den 25ſten April einfallen, welche beide Tage daher den obigen Namen der „Oſtergrenze“ führen.

Oſtern, Oſterfeſt, ſ. d. gleich folgenden Art. Oſter-Rechnung, da das „Feſt“ nur unter dem Geſichtspuncte dieſer Berechnung vor das aſtronomiſche Forum gehört.

Oſter-Rechnung; (nach Analogie der voran für „Oſtergrenze“ gebrauchten Ausdrücke, wenn nicht eine Umſchreibung angewendet werden ſoll:) Calculus paschalis; *Calcul pascal.* So heißt die Berechnung des Tages, an welchem das, bekanntlich vom Mondlaufe abhängige und alſo „bewegliche“ Oſterfeſt eines gegebenen Jahres fällt. Anweiſung zu dieſer Berechnung habe ich im Art. Kalender S. 858 ertheilt; ausführlicher, als es der Plan meines Werkes geſtattet, erklären ſich darüber die dieſem Gegenſtande beſonders gewidmeten Lehrbücher der mathematiſchen Chronologie, namentlich Ideler's (des jetzt verewigten Berliner Hof-Aſtronomen, viel citirtes, claſſiſches) „Lehrbuch der Chronologie.“ Berlin. 1831. gr. 8. S. 345 flgd. Außerdem hat aber unſer Göttinger Aſtronom Gauß in v. Zach's „Monatliche Correſpondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde.“ Jahrgang 1800

S. 121. eine allgemeine, dazu dienende analytiſche Formel vorgeſchrieben, welche ſich auch in der „Erſch-Gruber'ſchen gemeinen Encyklopädie“ im betreffenden Art. „Oſter-Rechnung“ benützt findet, und wohin ich Leſer, welche mein Vortrag (l. c.) über dieſen Gegenſtand nicht befriediget, verweiſen muß.

P.

Pallas; Pallas; *Pallas*. Dieß iſt der Name eines der* kleinen Planeten (Planetoiden, unter welchem Collectiv-Artikel gemeinſchaftlich von ihnen gehandelt werden wird), deren Bahnen zwiſchen den Bahnen des Mars und Jupiter liegen. Das Zeichen dieſes „Geſtirnchens“ („Aſteroiden,“ „Planetoiden“) iſt eine Lanze ⚴

Ich habe, beſonders im verwandten Art. Ceres, den ich zu vergleichen bitten muß, ein Abſtandsgeſetz der verſchiedenen Planeten unſeres Syſtems von der Sonne nachgewieſen, welches Geſetz unter dem Namen der „Wurm'ſchen (nach einem ſeiner Entdecker, dem verewigten Profeſſor Wurm zu Stuttgart) Reihe“ ſchon früher bekannt war und ſich, mit einziger Ausnahme der „Aetherkluft“ zwiſchen Mars und Jupiter, in der ein Glied fehlte, durchgängig beſtätigte. Man mußte daher dort einen noch nicht entdeckten Planeten vermuthen; dieſe Vermuthung ward auch wirklich durch die Auffindung des eben genannten Planetchen Ceres erfüllt; die Aufmerkſamkeit der Aſtronomen blieb aber ſeitdem auf die betreffende Himmelsregion gerichtet; — und alſo gelang es dem Bremer Aſtronomen Olbers** am 28ſt. März 1802, in derſelben noch einen Planeten (Planetchen), eben unſere Pallas zu entdecken. Der uns vielfach bekannt gewordene, große Göttinger Aſtronom Gauß übernahm ſchon nach wenigen Beobachtungen die Berechnung der Bahn dieſes neuen Syſtemkörpers, und führte dieſelbe nach der, in der „Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientium.“ Hamburg. 1809. gr. 4. näher entwickelten, vortrefflichen Methode mit ſolchem Erfolge aus, daß man die Bahn ſogleich als eine, der Länge der großen Axe nach von der Ceresbahn* wenig verſchiedene, ſehr excentriſche und gegen die Ekliptik (vergl. unten) ſehr geneigte Ellipſe be-

* Von denen bisher vier: Ceres, Juno, Pallas, Veſta (vgl. die beſondern Art.) bekannt waren, bis Hencke in Drieſen, gegen Ende v. J. (1845) einen fünften: Aſträa, entdeckte, von welchem im Collectiv-Artikel Planetoiden nachträglich die Rede ſeyn wird.

** **Olbers**, Heinrich Wilhelm, geb. 1758 zu Arbergen im Herzogthume Bremen, erhielt ſeine erſte Bildung auf der Domſchule zu Bremen, ſtudierte dann Medicin zu Göttingen, und ließ ſich nach vollendeten Studien als praktiſcher Arzt zu Bremen nieder. Er zeichnete ſich als ſolcher aus, erhielt 1811 den von Napoleon auf die beſte Abhandlung über die häutige Bräune ausgeſetzten Preis, folgte aber nebenbei einer innigen Neigung für Aſtronomie, in welcher Wiſſenſchaft er Großes geleiſtet hat. Seiner „Anweiſung zur Berechnung der Bahnen der Kometen“ iſt ſchon in dieſem Artikel, als einer Meiſterarbeit, Erwähnung geſchehen; hier lernen wir Ihn als Entdecker der Pallas kennen, und der Art. Veſta wird Ihn uns ebenfalls als Entdecker dieſes „Planetoiden“ zeigen. So viele Verdienſte blieben aber auch nicht ohne Anerkennung; am Tage des Jubiläums dieſes würdigen Mannes überraſchte Ihn der Senat von Bremen durch Mittheilung des Beſchluſſes, daß ſeine Marmorſtatue öffentlich ausgeſtellt werden ſolle. — Olbers ſtarb 1840, alſo über 80 Jahr alt, tief betrauert von Allen, die Ihn näher gekannt haben, und zu denen auch der Verfaſſer dieſer Zeilen glücklich genug geweſen iſt, ſich zählen zu dürfen.

* Oder vielmehr der Bahnen aller fünf Planetoiden; ſie ſind, rückſichtlich dieſer Dimenſion, ſämmtlich nicht zu ſehr von einander verſchieden.

zeichnen, auch ihre Elemente mit hinreichender Genauigkeit angeben konnte. Letztere ſind indeß noch mehr berichtiget worden, und ich finde ſie bei Schumacher „Jahrbuch für 1837." Seite 108. für

1831. Juli 23. 0^h mittlere Berliner Zeit:

Mittlere Entfernung der Pallas von der Sonne = 2,773 (Halbmeſſer der Erdbahn) = ... 57000000 Meilen.

Sideriſche Umlaufszeit	= 1686,3 Tage	= 4 J. (zu 365 ¼ T.)	225 T.*	7 St.
Tropiſche —	= 1686 —	= 4 — —	225 —	—
Synodiſche —	= 466**—	= 1 — —	101 —	—

Mittlere tägliche Bewegung . . . . 12′ 48″.
Mittlere (heliocentriſche) Länge in der Bahn (Epoche***) . 290° 38′ 11″.
Länge des Perihels in der Bahn . . . . 121 5 — .
daß alſo die Differenz . . . . 169° 33′ 11″
die mittlere Anomalie für die zu Grunde liegende (obige) Zeit abgibt.
Excentricitätswinkel . . . . 14° — — ,
davon der Sinus . . . . 0,2419.
die Excentricität in Theilen der halben großen Axe (= 1) der Pallasbahn bildet.
Größte Mittelpunctsgleichung . . . . 27° 55′ 22″.
Neigung**** der Bahn gegen die Ekliptik . . . . 34° 35′ 49″.
Länge des aufſteigenden Knotens auf der Ekliptik . 172° 38′ 29″.

Hierbei iſt jedoch zu bemerken, daß dieſe rein elliptiſchen Elemente den wahren Ort der Pallas nur annähernd geben können, da der Nachbar-Planet Jupiter durch ſeine große Maſſe überaus ſtörend auf den Lauf des Geſtirnchens einwirkt, ſo daß dieſe Störungen nach den Vorſchriften der Theorie der Perturbationen (vergl. d. A.) ſtets auf das Sorgfältigſte mit in Rechnung gebracht werden müſſen.

Pallas, um nunmehr auf die übrige Beſchaffenheit dieſes Planetchens überzugehen, iſt, gleich den vier andern „Planetoiden," ein überaus kleines Geſtirn; Schröter's, des Lilienthaler Aſtronomen (Lilienthaler Beobachtungen der Planeten Ceres, Pallas, Juno [Veſta war damals noch nicht entdeckt, und Aſträa iſt dieß, wie geſagt, erſt ganz kürzlich], Göttingen. 1805. 8.) Meſſungen geben demſelben nur die Größe des Erdmondes; Herſchel (der Vater) aber (Phil. Transact. f. 1802. passim) findet den Durchmeſſer ſogar kaum =

* Das tropiſche Jahr der Pallas iſt alſo 7 Stunden kürzer als das ſideriſche, wogegen dieſe Differenz für den Planeten Erde nur etwann 20 Minuten beträgt. Man ſieht aber (Jahr, S. 800.) leicht ein, daß ſie mit der Dauer der Revolution überhaupt zunehmen muß.

** Dieſe Kürze der „ſynodiſchen" Umlaufszeit könnte überraſchen; ich habe indeß in Oppoſition, S. 236., darauf aufmerkſam gemacht, daß jene Zeit um ſo kürzer ausfallen muß, je größer die Differenz zwiſchen der periodiſchen Bewegung des betreffenden Geſtirns und der Erde iſt. Nun beträgt aber dieſe Differenz für Pallas und Erde täglich ſchon etwann $4/5^0$; und man hat in der That $4/5^0$: 1 Tage = 360^0 : etwann der obigen Dauer des ſynodiſchen Umlaufes der Pallas. Die l. c. gewieſene Formel $\frac{Tt}{T-t}$, für unſern Fall $\frac{1686 \cdot 365\,/_4}{1686-365\,^1/_4}$ zeigt dieß noch unmittelbarer.

*** Vergl. d. A. S. 334, 2te Spalte.

**** Pallas zeigt hiernach, wohin ich auch ſchon oben deute, faſt die größte (nur Juno [vergl. d. A.] kommt ihr gleich) Excentricität und die größte Neigung im ganzen Syſteme.

$^1/_6$ Secunde, welches auf dieſe Entfernung linear etwann 30 Meilen austrägt. Da Pallas ſich nicht ſcheibenartig, ſcharf begrenzt, ſondern etwann wie ein Komet (ich komme auf dieſen Umſtand im Collectiv-Artikel Planetoiden zurück) von Nebel umhüllt zeigt, ſo iſt dieſe Verſchiedenheit in den Meſſungs-Angaben wohl erklärlich. Weiteres, in den Plan meines Werkes Gehöriges habe ich über dieſen kleinen Himmelskörper nicht beizubringen, und verweiſe Leſer, welche ein mehreres Detail verlangen, ſchließlich beſonders auf die obige Lilienthaler Schrift.

Parabel;* Parabola; *Parabole.* Die „Parabel" iſt ein Kegelſchnitt (vgl. d. Art.); wenn ein ſenkrechter Kegel (auf welchen ich mich hier, wie in dieſem Art., beſchränke) durch eine Ebene parallel mit ſeiner Seite geſchnitten wird, ſo iſt die dabei auf der Oberfläche des Kegels entſtehende Curve eine „Parabel;" und zwar heißt dieſelbe, zum Unterſchiede von andern paraboliſchen Linien, die Apolloniſche, weil ſich der Griechiſche Geometer Apollonius von Perga viel mit ihr beſchäftiget hat. Dieſe Curve iſt für uns von einiger Wichtigkeit, indem man bei Berechnung der Bahnen der Kometen (vergl. d. Art. S. 927 flgd.), wiewohl dieſe Bahnen (ſ. Bahnen, S. 92 und 96.) nicht weniger als die Bahnen aller übrigen uns bekannten Geſtirne unausnamentlich Ellipſen ſind, den in der Sonnennähe liegenden Bogen znr Erleichterung des Verfahrens als eine „Parabel" betrachtet (indem man für dieſen, obgleich in der That auch elliptiſchen Bogen die paraboliſche Geſtalt poſtulirt). Alle „Parabeln" nämlich ſind ſich ähnlich, weil ſie, wie der Kreis, durch eine einzige gerade Linie, den Parameter, beſtimmt werden; denn nennt man letzteren für eine beſtimmte Parabel p, ſo iſt die Gleichung dieſer Parabel für rechtwinklige Coordinaten bekanntlich $y^2 = px$, und für eine andere Parabel vom Parameter p', alſo $y'^2 = p'x'$, oder, wenn die willkürliche $x = np$ und $x' = np'$ genommen wird, $y^2 = np^2$, $y'^2 = np'^2$, woraus $y : y' = p : p'$, d. h. die behauptete alleinige Abhängigkeit der Curve von dem Parameter folgt. Welche rechnende Vortheile aber bei Behandlung der Kometenbahnen aus dieſer Beziehung auf eine „Parabel" (die „Reductions-Parabel") eigentlich entſpringen, darüber muß ich wieder auf den eben citirten Art. Kometen, S. 928, verweiſen.

In demſelben Artikel wird, zu demſelben Behufe, auch die Quadratur der (Apolloniſchen) Parabel, d. h. die Beſtimmung des Flächen-Inhaltes eines, zwiſchen den beliebigen rechtwinkligen Coordinaten x und y und dem zugehörigen (paraboliſchen) Bogen enthaltenen paraboliſchen Curvenſtückes verlangt, eine Aufgabe, welche vor das Forum des ſogenannten Infiniteſimal-Calculus gehört, durch deſſen Kunſtgriffe * dieſer geſuchte Flächen-Inhalt = $^2/_3\,xy$ gefunden wird.

Außerdem habe ich für unſere Zwecke von den Eigenſchaften der „Parabel" nur noch hervorzuheben, daß Strahlen, z. B. Sonnenſtrahlen, welche parallel mit der großen Axe (der Abſciſſenlinie für die von uns angenommenen rechtwinkligen Coordinaten) auf dieſe Curve (auf ihre Concavität) einfallen, ſämmtlich nach einem, in der bezeichneten Axe liegenden, vom Scheitel (dem Anfangspuncte der Abſciſſen) um $^1/_4$ des Parameters abſtehenden Puncte reflectirt, und genau in dieſem Puncte, welcher (vergl. d. folgenden Art. Paraboliſche Spiegel) daher der Brennpunct (der Parabel) heißt (und für welchen y alſo = $^1/_2$ p iſt **), vereini-

* Vergl. wegen des Umfanges, in welchem die „Parabel" verhältnißmäßig zur Ellipſe hier nur behandelt werden darf, den letzteren Artikel **sub initio.**

* Vergl. Nürnberger's „Theorie des Infiniteſimal-Calculus." Berlin, Maurer, 1812. gr. 4. Seite 13 flgd., wo man wohl die gewiſſenhafteſte Behandlung dieſer Aufgabe findet.

** Die Gleichung der Parabel iſt, angegebenermaßen, $y^2 = px$; dem Brennpuncte wird oben der Scheitelabſtand $x = {}^1/_4\,p$ angewieſen, welches für die entſprechende Ordinate $y^2 = {}^1/_4\,p^2$, oder, wie im Texte, $y = {}^1/_2\,p$ gibt.

get werden. — Von dieſem Satze machen wir nämlich ſogleich Anwendung auf

Paraboliſche Spiegel; Specula parabolica; *Miroirs paraboliques*, worunter man ſolche beſondere Hohlſpiegel verſteht, deren hohle Fläche ein Stück der Innerfläche eines (Rotations-) Paraboloids, d. i. eines durch Umdrehung der Parabel um ihre Axe entſtehenden paraboliſchen Hohlkörpers iſt, und von deren aſtronomiſchen Anwendung gleich die Rede ſeyn wird. Denn kehrt man die Axe eines ſolchen Spiegels (die — vergl. den unmittelbar voraufgehenden Art. Parabel — Abſciſſenlinie für rechtwinklige Coordinaten der erzeugenden Parabel) z. B. gegen die Sonne, ſo fallen, wegen der großen Entfernung derſelben, aus ihrem Mittelpuncte lauter Parallelſtrahlen auf ſeine Fläche, welche, unſerem Satze gemäß, durch die Reflexion ſämmtlich ſtreng in dem (eben deßwegen ſo benannten) „Brennpuncte“ vereiniget werden; und dieſelbe Bedingung ſtrenger Wiedervereinigung in Einem Puncte hat auch für die aus andern Puncten (hier) der Sonne (überhaupt aber jedes Objects — Geſtirns, — dem der paraboliſche Spiegel zugekehrt wird) einfallenden Strahlen Statt, dergeſtalt, daß die durch einen ſolchen „paraboliſchen“ Spiegel entworfenen (Luft-) Bilder* viel ſchärfer als diejenigen ausfallen, die die gewöhnlichen ſphäriſchen Hohlſpiegel machen, für welche eine ſo genaue Wiedervereinigung der aus Einem Puncte kommenden Strahlen in Einem Puncte nicht eintritt.** — Aus dieſem Grunde hat man die oben angedeutete aſtronomiſche Anwendung ſolcher „paraboliſchen“ Spiegel, deren ich deßhalb beſonders Erwähnung thun mußte, bei Conſtruction der für unſere Wiſſenſchaft ſo wichtig gewordenen Spiegel-Teleſkope („Reflectoren,“ vgl. Fernrohr, sub initio) zu machen geſucht, eben um recht ſcharfe Bilder der betrachteten Geſtirne, wie ſie die gewöhnlichen Hohlſpiegel alſo nicht gewähren, zu erhalten, und würde, wie wir nun im citirten Art. Spiegel-Teleſkope näher ſehen werden, dieſen Zweck demnach auch wirklich erreicht haben, wenn die mit Verfertigung guter „paraboliſcher“ Spiegel verknüpften techniſchen Schwierigkeiten nicht gar zu groß wären, und man ſich nicht deßhalb allermeiſtens doch zum Gebrauche bloß gewöhnlicher ſphäriſcher Spiegel gezwungen ſähe.

Parallatiſch;* (Neu-Lateiniſch:) Parallaticus; *Parallatique.* Mit dieſem Namen bezeichnet man eine, im Artikel Fernrohr, S. 449, näher beſchriebene, Uhrwerk-artige, oder andere, beim Fernrohr anzubringende Vorrichtung, vermittelſt welcher daſſelbe dem beobachteten Geſtirne durch ſein „Parallel,“ woher der Name, dergeſtalt nachgeführt wird, daß dieß Geſtirn unverrückt im Geſichtsfelde des Inſtruments bleibt; und man ſagt von einem alſo eingerichteten Fernrohre, „es ſey parallatiſch aufgeſtellt,“ belegt die ganze Einrichtung auch wohl mit dem Namen einer „parallatiſchen“ Maſchine. — Weiteres darüber, wie geſagt, im Art. Fernrohr l. c.

* Vergl. d. A., gleichwie Hohlſpiegel, wo von den, durch ſolche Spiegel vor dem Glaſe entworfenen, gleichſam in der Luft ſchwebenden „Luftbildern“ ausführlich die Rede iſt.

** Man nennt dieſe, aus Mangel ſcharfer Wiedervereinigung der aus Einem Puncte auffallenden Strahlen in Einem Puncte entſpringende Ungenauigkeit der gewöhnlichen ſphäriſchen Hohlſpiegel, die „katoptriſche Abweichung“ oder „Abirrung der Hohlſpiegel“ (Aberratio ob figuram speculorum; *Aberration de sphéricité des miroirs*); ihre nähere Betrachtung gehört aber in die Optik (Katoptrik), und ich deute den Umſtand hier nur zur augenblicklichen Ueberſicht an.

* Nicht parallaktiſch, mit welchem letzteren Ausdrucke man (vergl. Fernrohr, S. 449) vielmehr nur ein älteres, nicht mehr gebräuchliches und deßhalb von mir, obwohl ich im Art. Inſtrumente, S. 820, darauf verwieſen habe, doch nicht in einem beſondern Art. behandeltes Inſtrument zur Beobachtung der Mond-Parallaxe bezeichnet.

Parallaxe; Parallaxis; *Parallaxe*. Im allgemeinſten Sinne heißt „Parallaxe“ der Unterſchied oder Abſtand zweier optiſchen Orte (vergl. **Ort, optiſcher**, wo dieſer Bezug zur Parallaxe deßwegen ſo ſorgfältig hervorgehoben iſt) eines Gegenſtandes, welcher aus zwei verſchiedenen Ständen betrachtet wird, oder der Winkel, den die Geſichtslinien aus zwei mehr oder weniger von einander abſtehenden* Puncten nach einem dritten, außerhalb der Verbindungslinie befindlichen Puncte an dieſem letzteren einſchließen.

In Figur 1 der Tafel X ſind A, B zwei, um die Verbindungs- (Stand-) Linie AB von einander abſtehende (Beobachtungs-) Puncte, aus welchen die Geſichtslinien AC, BC, nach dem dritten, außerhalb dieſer Linie (Richtung) belegenen Puncte C, an demſelben den („parallaktiſchen“) Winkel ACB, die „Parallaxe“ dieſes Punctes (für — vergl. das gleich Folgende — den gegenſeitigen Abſtand AB der Puncte A, B, und die [ſenkrechte] Entfernung des Punctes C von AB) einſchließen. Das griechiſche Wort (παραλλαξις) bedeutet Veränderung, Verrücken oder „Verſchieben;“ die Stelle z. B. des Geſtirns C in jener Figur „verſchiebt“ ſich (vergl. wieder **Ort, optiſcher**), während man den Standpunct von A nach B verlegt, an der ſcheinbaren Himmels-Hohlkugel, an welche wir alle Geſtirne aus dem Raume verſetzen, um den (die „Parallaxe“), den parallaktiſchen Winkel ACB (= bCa) meſſenden Himmelsbogen ba. — Dieß iſt, wie geſagt, der allgemeine optiſche Begriff von „Parallaxe.“

In der Aſtronomie findet dieſer allgemeine Begriff nunmehr folgende ſpecielle Anwendung. Ein Geſtirn kann zunächſt aus allen unzählbaren verſchiedenen Puncten der Erdoberfläche* betrachtet (beobachtet) werden, und erſcheint dabei nach der voran geltend gemachten doppelten Maßgabe ſeiner eigenen Entfernung von der Erde und des gegenſeitigen Abſtandes dieſer Beobachtungspuncte auf der Erde natürlich an eben ſo verſchiedenen Stellen des Himmelsgewölbes, ſo daß danach alſo, im obigen allgemeinen Sinne, für jede zwei ſolche Beobachter ein Unterſchied der optiſchen Orte, d. h. der Parallaxe, Statt fände. Der Aſtronom aber denkt ſich den einen Beobachter im Mittelpuncte der Erdkugel,** als den nämlichen Punct für alle Erdbewohner, bezeichnet denjenigen Ort, wo ein ſolcher Beobachter das Geſtirn am Himmel erblicken würde (den — vergl. d. Anmerk. — Rechnungs-gemäßen) als den wahren Ort, welchem er jenen, von dem einen oder dem andern Puncte der Erdoberfläche aus wirklich geſehenen, als den ſcheinbaren (den erſcheinenden, Beobachtungs-gemäßen) Ort (den „lieu apparent“) entgegenſetzt, und nennt den Unterſchied zwiſchen dieſen bei-

* Dieſer mehrere oder mindere gegenſeitige Abſtand der beiden Puncte (Stand- oder Beobachtungs-Puncte), aus welchen der dritte betrachtet wird, führt in der Aſtronomie auf den Unterſchied der täglichen und jährlichen Parallaxe, welchen ich ſogleich hervorheben muß. Bei der erſteren bezieht man ſich für dieſen Abſtand auf den Halbmeſſer der Erdkugel, bei der letzteren auf den Halbmeſſer der Erdbahn; der erſtere eignet ſich zu täglichen, der letztere zu jährlichen Beobachtungen, daher die Benennung. Im gegenwärtigen Art. iſt (vergl. unten) beſonders nur von der erſteren, im folgenden von der letzteren die Rede.

* Dieß iſt demnach, vergl. die voraufgehende Anmerk., die „tägliche Parallaxe“; von der „jährlichen,“ bei welcher, wie geſagt, nicht die verſchiedenen Puncte der Erdkugel, ſondern vielmehr der Erdbahn in Betracht kommen, handelt alſo der folgende Artikel.

** Bei aller Geſtirn-Ortsberechnung wird (vergl. Geocentriſch, S. 599 und unten) von der räumlichen Ausdehnung dieſer Geſtirne (namentlich alſo auch der Erde) vorerſt noch abgeſehen; man denkt ſich dieſe Geſtirne in ihrem Mittelpuncte concentrirt, und muß alſo nachher, wenn es ſich um Beſtimmung für einen Erd-Oberflächen-Punct handelt, den optiſchen Einfluß der Ortsverſchiedenheit zwiſchen dieſem und dem Erd-Mittelpuncte (die „Parallaxe“) in Betracht ziehen.

den Orten die Parallaxe, auch (aus den oben angeführten Gründen) die tägliche Parallaxe.

So wird Tafel X., Fig. 2., das Geſtirn P (das im Raume wirklich den Ort P einnehmende, daſelbſt ſchwebende Geſtirn) aus dem Mittelpuncte T der Erde an der Innerfläche des Himmelsgewölbes, wo wir es, wie geſagt, wähnen, in b, aus dem Oberflächenpuncte A aber in h geſehen (der erſtere Beobachter verſetzt es — vergl. nochmals Ort, optiſcher — aus ſeiner wirklichen Stelle P im Raume nach dem Puncte b, der andere nach h der vermeinten Himmels-Hohlkugel), und der Himmelsbogen hb als Maß des Winkels bPh = APT iſt (vergl. die unten folgenden Explicationen) ſeine Parallaxe. Des „wahren" Ortes b Abſtand vom Zenith Z iſt Zb = Winkel ZTb, des „ſcheinbaren" Zh* = (ſ. hinten) Winkel ZAh; beider Unterſchied iſt hb (als Maß von P**), oder ZAh − ZTb = APT, daher eben dieſer Winkel bei P, welchen die beiden Geſichtslinien TP und AP am Geſtirne mit einander einſchließen, den gleich für ihn anticipirten Namen des „parallaktiſchen Winkels," der „Parallaxe," führt.

Zeigt ſich hierbei das Geſtirn zugleich im ſcheinbaren Horizonte (vgl. d. A.) hr des Beobachtungsortes A, wie ich dieſen Fall für unſere Figur angenommen habe, ſo heißt der „parallaktiſche" Winkel bei P dann beſonders die Horizontal-Parallaxe (Parallaxis horizontalis; *Parallaxe horizontale*) des Geſtirns; und dieſe „Horizontal-Parallaxe" iſt, wie der bloße Anblick der Figur hinreichend darthut, und wie ich mit dem Vorbehalte, hinten ausführlich darauf zurückzukommen, alsbald hervorhebe, eben ſo groß, als der Winkel, unter welchem der Halbmeſſer der Erde von einem, umgekehrt im Geſtirn P angenommenen Beobachter geſehen werden würde: die für den Planeten Erde Statt findende Horizontal-Parallaxe eines Geſtirns iſt genau dem Winkel gleich, unter welchem dagegen der Halbmeſſer* der Erde auf dieſem Geſtirne erſcheint. — Der Verfolg meines Vortrages führt mich hierauf, als eine weitere Anwendung der Parallaxe, wie geſagt, beſonders zurück.

Geſetzt, um nun die nächſte** Anwendung von dieſem Allen zu machen und den großen Nutzen der Kenntniß der Parallaxe, zu deren Ermittlung inzwiſchen auch Anweiſung ertheilt werden ſoll, zu zeigen, die „Horizontal-Parallaxe" des Geſtirns P (der Winkel an P) ſey bekannt, ſo iſt die Entfernung die-

* Die Parallaxe vergrößert alſo, wie man hier augenſcheinlich ſieht, den Abſtand des Geſtirns vom Scheitelpuncte, ſie erniedriget daſſelbe im jedesmaligen Vertical. — Ich hebe dieſen Umſtand, auf welchen uns der Verlauf unſerer Unterſuchung öfter zurückführen wird, lieber gleich beſonders hervor.

** Leſer, welche hierbei Anſtand finden ſollten, erinnere ich (namentlich aus Horizont, S. 786.) vorläufig daran, daß AT gegen TH, als Entfernung der eingebildeten Himmelswölbung, verſchwindend klein iſt; eine nähere Aufklärung, wie geſagt, hinten.

* Oder, für den Halbmeſſer den Durchmeſſer ſetzend: die doppelte Horizontal-Parallaxe eines Geſtirns für den Beobachter auf der Erde iſt dem, aus dem Geſtirne betrachteten ſcheinbaren Durchmeſſer der Erde gleich.

** Dieſe erſte Anwendung der „Horizontal-Parallaxe" iſt die nun hier folgende Ableitung der Entfernung der andern Weltkörper vom Planeten Erde aus derſelben, wonächſt ich mich ſodann alſo über die, auf den unmittelbar vorangehenden Satz bezügliche Beſtimmung der planetariſchen Durchmeſſer durch ſie verbreiten werde. — Außerdem iſt aber die Parallaxe, der in der vorangehenden Anmerkung mit Verweiſung wegen des Näheren hierher gemachten Andeutung gemäß, drittens, unter dem Geſichtspuncte einer, dem berechneten Geſtirnorte hinzuzufügenden Correction zu betrachten, um dieſen Rechnungs-gemäßen (den wahren) Ort in den Beobachtungs-gemäßen (den ſcheinbaren) zu verwandeln, mit welcher Auseinanderſetzung ich dieſen Artikel beſchließen, und dann erſt zur jährlichen Parallaxe übergehen werde.

ſes Geſtirns vom Mittelpuncte der Erde daraus ſogleich zu finden. Denn da im rechtwinkligen Dreiecke TPA *, $\sin P : AT = 1 : TP$, ſo hat man $TP = \frac{1}{\sin P} . AT$ (oder, indem $\sin : 1 = 1 : \text{cosec}$, und alſo $\frac{1}{\sin} = \text{cosec}$) $= \text{cosec}\ P . AT$, d. h. die Coſecante der „Horizontal-Parallaxe“ (der Sinus totus durch den Sinus der Horizontal-Parallaxe dividirt) gibt (AT zur Einheit des Maßes nehmend) den Abſtand des Geſtirns vom Mittelpuncte der Erde in Erdhalbmeſſern.

Exempel 1. Man hat zu einer gewiſſen Zeit des Mondes Horizontal-Parallaxe $= 1^{\circ}$ ** gefunden (ich führe das Verfahren dieſer Ermittlung, wie geſagt, ſogleich an); von 1° iſt aber nach den Tafeln die Coſecante (= Secante von 89°) = 57,298 = nahe 57,3; ſoviel Erdhalbmeſſer ſtand alſo damals der Mond vom Erdmittelpuncte ab.

Für kleine Winkel, für welche die Tafeln die Coſecanten nicht mehr hinreichend genau angeben, kann man dem Verhältniſſe der Sinus das Verhältniß der zugehörigen Winkel (Bögen) ſelbſt ſubſtituiren. Anſtatt alſo den Sinus totus durch den Sinus von P zu dividiren, dividire man den dem Sinus totus gleichen Bogen, nämlich (vergl. Kreis, S. 971.) $57^{\circ}\ 17'\ 44'' = 206264''$, durch Bogen $P = 1^{\circ} = 3600''$ *** ſelbſt, woraus die entſprechende Mond-Entfernung $= \frac{206264}{3600} = 57{,}295$, alſo vom obigen Reſultate, wie man ſieht, nur um 0,003 verſchieden kömmt.

Exempel 2. Die Horizontal-Parallaxe der Sonne iſt (Band 1. S. 242.) = 8,5 Secunden ermittelt; alſo kömmt $\frac{206264}{8{,}5} = 24266$ Halbmeſſern der Erde = der Entfernung der Sonne vom Erdmittelpuncte (ich habe l. c. aus dort entwickelten Gründen in runder Summe 25000 Erdhalbmeſſer angeſetzt, welches den Erdhalbmeſſer = 860 Meilen für die Entfernung der Sonne von der Erde, ebenfalls in runder Summe, = 20 Millionen Meilen gibt, wie wir dieſe letztere Zahl meiſtens angenommen haben).

Die Parallaxe gewährt hiernach alſo zunächſt ein Mittel zur Beſtimmung von Entfernungen, deren Angabe auf den erſten Blick unſere Kräfte gänzlich zu überſteigen ſcheint, und die Aufklärungen über die Erfindung der Parallaxe, welche ich, verſprochenermaßen, jetzt erſt noch folgen laſſe, müſſen daher für die Leſer von doppeltem Intereſſe ſeyn.

Zur Bewirkung einer ſolchen näheren Einſicht davon muß ich aber, mit Bezug auf den Art. Horizont, erſt noch hervorheben, daß, wenn ſich das Geſtirn P entweder wirklich um die Erde bewegt oder (wie bei der täglichen Bewegung alle Geſtirne) auch nur zu bewegen ſcheint, daſſelbe bei p in den wahren, bei P in den ſcheinbaren Horizont tritt. Dieſe beiden Horizonte ſind alſo, rückſichtlich dieſes Geſtirns, um den Bogen Pp von einander entfernt, welcher das Maß des Winkels PTp iſt. Weil aber beide Horizonte hr und HR zugleich parallel ſind, ſo ſind auch die Wechſelwinkel PTp und TPA einander gleich, und daher iſt jener Bogen Pp, um welchen beide Horizonte auseinander liegen, nicht weniger das Maß von TPA, oder von der Horizontal-Parallaxe (und zwar ihr ei-

* Daſſelbe heißt deßwegen das parallaktiſche Dreieck (Triangulum parallacticum; *Triangle parallactique*).

** Dieß ſcheint nicht ganz mit den Angaben in Mond, S. 140, zu ſtimmen; man ermeſſe aber, zur Aufklärung dieſes nur ſcheinbaren Widerſpruchs, daß die „Horizontal-Parallaxe“ des Mondes von 57′ bis auf, und über den obigen 1° ſteigt.

*** Dieß heißt: der Sinus von 1 Minute (0,01745) iſt eben ſo im Radius (1) ſelbſt, als die Secundenzahl von 1 Minute (3600) in der Secundenzahl des Radius (206264) enthalten: $\frac{1}{0{,}01745} = \frac{206264}{3600} = 57.$

gentliches Maß). Solchergeſtalt rechtfertiget ſich zunächſt, worauf ich im citirten Art. Horizont, S. 787 gleich oben, mit Verweiſung hierher aufmerkſam mache, daß nämlich der, den Abſtand beider Horizonte von einander bildende Bogen für Geſtirne, für deren Entfernung derſelbe noch in Betracht kommt, die „Horizontal-Parallaxe“ abgibt.

Für Fixſterne dagegen, wie nun ferner auch erſt bevorwortet werden muß, kommt derſelbe (vergl. d. folgenden Art. Parallaxe, jährliche, h. f.) gar in keinen ſolchen Betracht; die ſorgfältigſten Beobachtungen haben vielmehr gelehrt, daß ein Fixſtern in demſelben Momente, da er bei der täglichen Himmelsbewegung in den wahren Horizont HR gelangt, auch alſogleich in dem ſcheinbaren hr erblickt wird. Für „Fixſterne“ iſt demnach die Horizontal-Parallaxe = 0; die Entfernung dieſer Geſtirne von uns iſt durch die Horizontal*-Parallaxe nicht ermeßlich; die Geſichtslinien nach demſelben Fixſterne von allen Puncten der Erdkugel, wie weit ſie auch von einander abſtehen können, zeigen ſchlechterdings keine bemerkbare Abweichung vom vollkommenſten Parallelismus, und ſelbſt der Durchmeſſer der Erdkugel, aus der ſomit unendlichen Fixſtern-Entfernung betrachtet, hat alſo keine lineare Ausdehnung mehr, ſondern erſcheint als ein Punct. Von dieſem Satze des vollkommenen Parallelismus aller, auch aus den gegenſeitig am weiteſten abſtehenden Puncten des Erdkörpers nach einem Fixſterne führenden Geſichtslinien werden wir ſogleich weiteren Gebrauch machen, und ich mußte ihn daher voranſchicken.

Da nun aber doch die Wölbung des Himmels, an welcher uns die Fixſterne erſt gleichſam angeheftet ſcheinen, und an welche wir, wie geſagt und wie nicht genug eingeſchärft werden kann, auch das Geſtirn P aus dem Raume verſetzen, noch hinter ihnen gewähnt wird, ſo iſt auch der dieſelbe in unſerer Figur (2 der Tafel X) repräſentirende Kreis HhbzrR als gleich unendlich anzunehmen, ſo daß ſein Mittelpunct eben ſowohl in P als (in — vergl. vorn — A oder) in T gedacht, und daher Bogen hb,* wie wir dieß oben mit Verweiſung hierher gethan haben (ſtatt des eigentlichen Pp), als Maß des „parallaktiſchen“ Winkels P** betrachtet werden kann. — Auch dieſe obige Annahme war demnach zuvörderſt noch zu rechtfertigen.

Aus dem vorgetragenen Allen geht denn nun aber alſo hervor, daß, um es nochmals zu wiederholen, eine Horizontal- (eine tägliche, eine auf die Dimenſionen des Erdkörpers bezogene) Parallaxe für die unendlich entfernten Fixſterne nicht Statt findet, ſondern nur an den näheren Himmelskörpern: Sonne, Mond, Planeten, Kometen, bemerklich iſt, für welche ſie alsdann aber, mit dem bevorworteten Bezug auf jene Geſtirne, nunmehr in der nachſtehenden Art ermittelt werden kann.

Wenn ſich das Geſtirn (der Mond, der Planet) P über den Horizont des Ortes A erhebt und nach K gelangt, ſo wird ſeine Parallaxe K, der Natur des Vorganges gemäß, ſichtbarlich kleiner als die Horizontal-Parallaxe P, und ſie verſchwindet gänzlich, ſobald dieß Geſtirn nach Z in das Zenith von A kommt, wo es von T ſowohl als von A nach der Linie TAZ, und alſo in Z geſehen wird. Die Parallaxen in den verſchiedenen Stellen zwiſchen P und Z heißen, im Gegenſatze jener „Horizon-

* Wie es ſich in dieſem Bezuge dagegen mit der jährlichen Parallaxe verhält, hierüber im folgenden Artikel und in Fixſterne, S. 553.

* Dieſer Bogen hb iſt, welches die Vorſtellung wohl am meiſten erleichtert, ſomit ganz das, was ich in Fig. 1., mit Bezug auf den „parallaktiſchen“ Winkel bei C, durch ab ausdrücke.

** Der Winkel P als Wechſelwinkel iſt, angeführtermaßen, = dem Winkel PTp (bTH), daher ſein Maß, ohne die obige Vorausſetzung, ſtatt des Bogens bh, vielmehr bH wäre. Dieſer Vorausſetzung gemäß, darf aber der Bogen bh an der Himmelswölbung, auf welche ſich alle unſere Meſſung bezieht, als das wirkliche Maß des Winkels P im Raume (der Parallaxe) betrachtet werden.

tal"-Parallaxe bei P, Höhen-Parallaxen; und für jede von ihnen iſt

sin K : sin ZAK (Complement von KAT) = AT : TK = sin P : 1 (indem TK = TP, das Verhältniß von AT : TP, dieſes TP zum Radius nehmend, aber offenbar das obige iſt), alſo

sin K : sin P = sin ZAK : 1,

oder, ſtatt den Sinus die (kleinen) Winkel ſelbſt ſetzend,

K : P = sin ZAK : 1, woraus

K = P sin ZAK,* und demnach die Höhen-Parallaxe gleich dem Producte der Horizontal-Parallaxe in den Sinus des Zenith-Abſtandes ZAK kommt.

Man nehme nun (Figur 3 und nachher 4 unſerer Tafel X) an, zwei Beobachter auf der Erdkugel-Oberfläche und unter dem nämlichen Mittagskreiſe BC, der eine in B, der andere in C, ſehen zugleich einen Fixſtern L und einen Planeten M in dieſem Mittagskreiſe. Die Geſichtslinien BL und Cl nach dem Fixſterne werden, wie ich deßhalb ſo ſorgfältig bevorwortet habe, parallel ſeyn, die nach dem Planeten werden gegen M zuſammenlaufen. Jeder Beobachter mißt des Planeten Abſtand vom Fixſterne, wodurch (Fig. 3.) MBL = β, und MCl = γ, BMC aber alſo = $\beta + \gamma$** erhalten wird, wie die Parallele $\lambda\mu$ alsbald überſehen läßt, indem ſie BMC in zwei Winkel theilt, welche als Wechſelwinkel den β und γ gleich ſind. Würde der Planet von B und C aus auf Einerlei Seite des Fixſterns geſehen, wobei die Linien BL und Cl wie die punctirten in der Figur gingen, ſo wäre BMC dem Unterſchiede zwiſchen β und γ gleich; man hat alſo hieraus allemal den Winkel BMC* (die Summe der Höhen-Parallaxe beider Beobachter, wie ſie — vergl. d. vorangehende Anmerk. — aus den conformen beiden Himmels-Abſtandsbögen des Planeten vom Fixſterne folgt).

Jeder der beiden Beobachter läßt aber zugleich den Abſtand des Planeten von ſeinem Scheitelpuncte meſſen, wodurch (nun Fig. 4.) bBM = b, und eCM = c kommt. Bezeichnet man ſodann die Höhen-Parallaxen, wie in der Figur mit o und x, und die Horizontal-Parallaxe wieder mit P, ſo iſt alſo nach dem Obigen

$$o = P \sin b,$$
$$x = P \sin c, \quad \text{und daher}$$
$$o + x, \text{ d. h. } BMC = P (\sin b + \sin c),$$

woraus ſich P (wie vorn) $= \dfrac{BMC}{\sin b + \sin c}$

$= \dfrac{\beta + \gamma}{\sin b + \sin c}$, d. h. die Horizontal-Parallaxe gleich der Summe der Abſtände des Planeten vom Fixſterne, dividirt durch die Summe der Sinus ſeiner Scheitel-Abſtände, ergibt.

Exempel. Der uns bekannte Franzöſiſche Aſtronom Abbé de la Caille beobachtete (in Gemäßheit einer Verabredung) am 6ten October 1751 auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung den, damals in der Oppoſition befindlichen Planeten Mars im Mittagkreiſe, und fand ihn (ſeinen nördlichen Rand) 26″,7 nordwärts von λ des Waſſermanns,

* Oder für die eigentlich geſuchte Horizontal-Parallaxe (P) alſo: P = $\dfrac{K}{\sin ZAK}$.

** Man mißt alſo, wie ich oben nicht weniger ſorgfältig bevorwortet habe, wirklich nicht den „parallaktiſchen" Winkel unmittelbar ſelbſt, ſondern folgert ihn bloß aus den eigentlich gemeſſenen Bögen am Fixſternhimmel, wohin man den Planeten aus dem Raume ebenfalls verſetzt hat. — Dieß wird nun die Nothwendigkeit der betreffenden obigen Bevorwortung erſt recht erſichtlich machen.

* Dieſer Winkel führt in der Aſtronomie mit Recht den Namen des „Arguments" der Horizontal-Parallaxe („Argument total de la parallaxe horizontale." Lalande), indem „Argument" (vergl. d. A.) im aſtronomiſchen Sinne jede veränderliche Größe (wie hier die veränderliche „Höhen-Parallaxe") bedeutet, von der eine andere (die „Horizontal"-Parallaxe) abhängig iſt, welche, in Bezug auf jene, ihre „Function" genannt werden kann.

und ſeinen Scheitel-Abſtand = 25° 2′; der uns ebenfalls ſchon bekannte ſchwediſche Aſtronom Wargentin ermittelte für die nämliche Zeit und den nämlichen Meridian den ſüdlichen Abſtand des Planeten (ſeines nämlichen Randes) von demſelben Sterne = 6″,6 und den Scheitel-Abſtand = 68° 14′. Hieraus folgt für dieſen Augenblick die Horizontal-Parallaxe des Mars = $\frac{26'',7 + 6'',6}{\sin 25^\circ 2' + \sin 68^\circ 14'} = \frac{33'',3}{1,3538470}$ = 24″,596;* — und wir werden von derſelben in den ſchließlich beigebrachten hiſtoriſchen Notizen noch eine weitere Anwendung zur Ermittlung auch der Sonnen-Parallaxe machen, worauf ich hierdurch vorbereite.

In ähnlicher Art hat wieder de la Caille in Verbindung mit Lalande, der Erſtere abermals auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung, der Letztere zu Berlin (im nämlichen Jahre 1751), die Horizontal-Parallaxe des Mondes beſtimmt. Das Reſultat dieſer Operation findet ſich im Art. Mond, S. 146, und ich würde derſelben, da ſich das Verfahren von dem eben detaillirten übrigens nicht unterſcheidet, hier auch nicht weiter Erwähnung thun, wenn ich nicht gerade in namentlichem Bezug auf dieß, deßwegen auch ſchon oben hervorgehobene Geſtirn, als das bekanntlich allernächſte bei der Erde, noch einen beſondern Umſtand zu bevorworten hätte.

Bis hierher iſt nämlich der Erdkörper (und ich habe daher dieſen Ausdruck ſtatt Erdkugel voran nicht ohne Abſicht gebraucht), rückſichtlich der Parallaxen-Rechnung, als eine vollkommene Kugel betrachtet worden: wir haben alle ſeine Halbmeſſer bei jener Rechnung ohne Unterſchied ganz gleich angenommen. Dieß iſt aber, der Abplattung (vergl. d. A.) der Erde wegen, bekanntlich nicht genau der Fall; die ſphäroidiſche Erdgeſtalt bringt es vielmehr ſo mit ſich, daß der Erdhalbmeſſer unter verſchiedenen Breiten auch verſchieden, und daß namentlich der polare Halbmeſſer des Erdſphäroids (Abplattung, S. 25.) ziemlich 3 (geographiſche) Meilen kürzer als der äquatoreale iſt. Für die entfernteren Geſtirne, wie oben für Mars, kommt dieſer Unterſchied freilich nicht in Betracht; für den ſo nahen Mond aber muß darauf Rückſicht genommen werden; ſetzen wir ſeine Entfernung von der Erde, das TP unſerer Figur 2. der Tafel X, wie gewöhnlich = 50000 Meilen, ſo iſt es bei Beſtimmung der Parallaxe, des „parallaktiſchen" Winkels an P (welches hier den Mond bedeuten ſoll), nicht ganz gleichgültig, ob ich für TA den äquatorealen, oder aber jenen, alſo um 3 Meilen kürzeren polaren Erdhalbmeſſer nehme; und man findet (vergl. unten) bei Ausführung der Operation in höheren Breiten und der darauf begründeten Rechnung in der That, daß dieſe „polare" Horizontal-Parallaxe des Mondes (in ſeiner — vergl. wieder unten — mittleren Entfernung von der Erde) um etwann 11″ kleiner als die äquatoreale iſt.* Man

* Wenig abweichend de la Caille in den „Leçons d'Astronomie." S. 216. Ich finde jene Summe der Sinus = 1.3518472, und daher $\frac{33'',3}{1,3518472}$ = 24″,61. Dividirt man hiernächſt mit letzterer Horizontal-Parallaxe des Mars, der obigen Vorſchrift gemäß, den Radius in Secunden ausgedrückt, ſo erhält man $\frac{206264}{24,61}$ = 8380 Halbmeſſer der Erdkugel, welche, mit 860 (Größe des Erdhalbmeſſers in Meilen) multiplicirt, 7206800 Meilen für die damalige Entfernung des Mars (in der Oppoſition) von der Erde geben, wie wir im Art. Mars, S. 70, dieſe Entfernung nahe eben ſo groß gefunden haben. — Die Nachweiſung dieſer nahen Uebereinſtimmung von Reſultaten, welche auf ſo ganz verſchiedenen Wegen gefunden worden ſind, ſoll aber beſonders dazu dienen, das Vertrauen meiner Leſer, auf deſſen Erweckung mir eben Alles ankommt, immer mehr zu erhöhen.

* Nämlich die Entfernung des Mondes von der Erde, wieder das TP unſerer Fig. 2., iſt in beiden Fällen gleich, TA aber im erſteren um 3 Meilen kürzer als im letzteren,

ſieht hieraus aber, daß der Ausdruck „Horizontal-Parallaxe“ ſchlechtweg noch eine Unbeſtimmtheit enthält, und daß man, um genauer zu ſeyn, ausdrücklich hinzufügen muß, welcher Erdhalbmeſſer dabei gemeint ſeyn ſoll; — und alſo entſteht denn der präciſere Begriff der Aequatoreal-Horizontal-Parallaxe des „Mondes“ (oder wofern man die Bedingung, wiewohl dieß, angegebenermaßen, ferner überflüſſig ſcheint, auch auf andere Geſtirne ausdehnen wollte, „Aequatoreal-Parallaxe“ überhaupt). Ueberdieß iſt hierbei ſorgfältig zu berückſichtigen, daß auch die Entfernung, und zwar nun nicht bloß des Mondes, ſondern aller Geſtirne unſeres Syſtems von der Erde veränderlich iſt, wodurch die Parallaxe nicht weniger afficirt wird, und dieſerwegen hat man ſich demnach abermals auf eine beſtimmte, als Norm angenommene Entfernung beziehen müſſen, wozu natürlich vorzugsweiſe die mittlere erwählt worden iſt. Demgemäß heißt denn endlich

„mittlere“ Aequatoreal-Horizontal-Parallaxe

diejenige, wobei (namentlich für den Mond*) der äquatoreale Halbmeſſer der Erde und (überhaupt) die mittlere Entfernung des betreffenden Geſtirns von der Erde zu Grunde liegt. — Soviel von dem hier erſt noch zu erörternden Einfluſſe der ſphäroidiſchen Geſtalt des Erdkörpers auf die Parallaxe, und der damit alſo in Verbindung ſtehenden Bezugnahme auf die mittlere Entfernung der betreffenden Geſtirne.

Außer alſo auf den Mond, um nun weiter zu gehen, und den oben unter dieſem Geſichtspuncte betrachteten, in der Oppoſition der Erde dazu hinreichend nahe kommenden Mars, konnte dieſes Verfahren ferner auch noch auf die Planeten Venus* und Mercur, welche in den untern Conjunctionen zur Bemerkung eines parallaktiſchen Winkels nicht zu entfernt von der Erde ſind, angewendet werden. Jupiter hingegen, Saturn und alſo noch mehr Uranus ſtehen dazu ſchon viel zu weit von uns ab, und die Horizontal-Parallaxe dieſer Planeten (gleichwie der Planetoiden, wenn davon die Rede ſeyn ſollte) müßte alſo vielmehr, umgekehrt, aus den durch die dritte Kepler'ſche Regel (vergl. d. A.) hinreichend genau bekannten Entfernungen dieſer Geſtirne geſchloſſen werden. Was endlich aber die Sonne, als das in dieſem Bezuge letztlich noch

woraus im Allgemeinen alsbald folgt, daß auch die zu jenem kürzeren Polarhalbmeſſer gehörige polare Horizontal-Parallaxe (der Winkel an P) kleiner, als die dem größeren Aequatorealhalbmeſſer entſprechende Aequatoreal-Horizontal-Parallaxe ſeyn muß.

* Ich habe oben, mit Verweiſung hierher, geſagt, daß die polare Horizontal-Parallaxe des Mondes in ſeiner mittleren Entfernung von der Erde, und bei einer Differenz von 3 Meilen, um welche der polare Halbmeſſer des Erdſphäroids kürzer als der äquatoreale ſey, 11 Secunden kleiner als dieſe „mittlere äquatoreale“ ausfalle.

Letztere muß (Mond, S. 146, als arithmetiſches Mittel zwiſchen den beiden dortigen Angaben) zu 57′ 40″ = 3460″, und jene polare alſo zu (3460 — 11 nahe =) 3450 angenommen werden, ſo daß das Verhältniß zwiſchen beiden demnach = 346 : 345 iſt; und eben ſo groß findet ſich in der That das Verhältniß zwiſchen dem polaren und äquatorealen Erdhalbmeſſer, indem letzterer 860 und erſterer daher (860 — 3 =) 857 Meilen hält, 860 : 857 aber wieder = 346 : 345 ſind.

Ich ſchmeichele mir, daß meine Leſer die Bemühung dieſer, zu Ihrer innigſten Ueberzeugung angeſtellten, ſonſt, ſo viel ich weiß, noch nirgend beigebrachten Rechnung ehren werden.

* Für Venus finde ich in meinen Collectaneen einer Beobachtung vom 6. Juni 1761 erwähnt, bei welcher ihre Horizontal-Parallaxe = 30″ = genau der Hälfte ihres damaligen ſcheinbaren Durchmeſſers von 60″ gefunden wurde. Daſſelbe Verhältniß beſteht alſo, wie man leicht einſieht, für dieſen Planeten beſtändig.

zu erwähnende Geſtirn unſeres Syſtems,* anbetrifft, ſo iſt freilich auch ihre Entfernung von uns zur exacten unmittelbaren Beſtimmung einer Horizontal-Parallaxe (welche wir nur = 8,5 Secunden gefunden haben) durch die obige Methode ſchon viel zu groß; allein man beſitzt, wie im Art. Durchgang gezeigt worden iſt, für dieſes Geſtirn ein entſcheidendes Verfahren der mittelbaren Erfindung jenes Elements vermittelſt der Beziehung auf den ſo viel näheren Planeten Venus, worüber ſich alles erforderliche Weitere in dem genannten Artikel findet, auf welchen ich alſo, um Wiederholungen möglichſt zu vermeiden, dieſerwegen beſonders verweiſen muß. Auch führen mich übrigens die ſchließlich beigebrachten hiſtoriſchen Details über die allmälige Ausbildung der Parallaxen-Theorie darauf zurück, und ich bitte daher um deren Vergleichung. —

Dieß wird alſo über die Ermittlung der Horizontal-Parallaxe und die Ableitung der Entfernung der Himmelskörper unſeres Syſtems von der Erde aus ihr, als die erſte ihrer Anwendungen, welche wir betrachten wollten, hinreichen, und ich wende mich, bevorwortetermaßen, nun zweitens zur Beſtimmung der wahren Durchmeſſer der übrigen Syſtemskörper durch dieſes Hilfsmittel der Kenntniß ihrer Horizontal-Parallaxe. Den dazu dienenden Satz: daß nämlich „die doppelte Horizontal-Parallaxe eines Geſtirns für den Beobachter auf der Erde dem auf dem Geſtirne erſcheinenden Durchmeſſer der Erde gleich iſt,“ habe ich mit Verweiſung hierher ſchon oben ausgezeichnet. In der That iſt der parallaktiſche Winkel (die „Parallaxe“) z. B. am Planeten P unſerer Fig. 2. nichts anders, als der Halbmeſſer der Erde, aus dieſem Planeten geſehen: der bloße Augenſchein zeigt es; und was vom Halbmeſſer und der (einfachen) Parallaxe gilt, das gilt natürlich auch vom Durchmeſſer* und der doppelten Parallaxe, welches eben unſer obiger Satz iſt. Erwägt man hierbei zugleich, daß ſich die ſcheinbaren Durchmeſſer zweier Geſtirne, eins aus dem andern geſehen, natürlich geradezu wie die wahren verhalten, ſo iſt die Anwendung unſeres Satzes zur Beſtimmung dieſer wahren Durchmeſſer anderer Geſtirne unſeres Syſtems aus ihrer Horizontal-Parallaxe und mit Beziehung auf den wahren Durchmeſſer der Erdkugel bald gemacht. Wir haben z. B. (vergl. Größe der Himmelskörper, S. 724.) die Horizontal-Parallaxe des Mondes für eine beſtimmte Entfernung dieſes Geſtirns von der Erde = 1° 0′ 29″ = 3629″ gefunden, wovon das Doppelte = 7258″, alſo den zugleich aus dem Monde geſehenen (den dort erſcheinenden, den dortigen ſcheinbaren) Durchmeſſer der Erde (deſſen wahre Größe bekanntlich 1719 geograph. Meilen beträgt) abgibt. In dem nämlichen Momente hatte der, alſo von der Erde aus beobachtete Mond den ſcheinbaren Durchmeſſer von 32′ 58″ = 1978″; und da man nach unſeren Sätzen haben ſoll:

> Scheinbarer Durchm. d. Erde aus dem Monde geſehen : ſcheinb. Durchm. d. M. bei uns = wahrer Erddurchmeſſer : wahrer Monddurchm.,

ſo müßte kommen:

> 7258″ : 1978″ = 1719 Meilen : 468 Meilen,

als ſo groß wir den Durchmeſſer des Mondes (ſ. d. A., S. 156.) wirklich angeben, und als ſo groß er ſonach auch aus der vorſtehenden Rechnung hervorgeht, dergeſtalt, daß hiermit alſo unſerer Forderung von Herleitung des wahren Durchmeſſers eines andern Geſtirns aus ſeiner „Horizontal-Parallaxe,“ und

* Daß nämlich die Horizontal- (die „tägliche“) Parallaxe nur noch für Geſtirne unſeres Syſtems, keineswegs aber mehr für die anderen Geſtirne: Fixſterne, in Betracht kommt, habe ich ſchon oben hervorgehoben, komme darauf auch im folgenden Artikel: Parallaxe, jährliche, ausführlicher zurück.

* Der Durchmeſſer wird hier dem Halbmeſſer wegen der gleich folgenden Beziehung auf die anderen Geſtirne ſubſtituirt, für welche nicht ſowohl dieſer, als vielmehr nur jener leicht zu meſſen iſt.

mit Bezug auf den Erddurchmeſſer ein vollſtändiges Genüge geleiſtet iſt. Dieſes einzige Beiſpiel ſcheint mir deßhalb auch für die hier in Rede ſtehende Erörterung durchaus genügend; — und ich habe daher drittens nun nur noch die Aufklärung über die ebenfalls ſchon oben bevorwortete Rückſicht zu geben, welche man auf die Parallaxe nehmen muß, um einen berechneten, oder, wie man auch ſagt, wahren (namentlich) Planetenort in den durch ihren Einfluß veränderten Beobachtungs-gemäßen, ſcheinbaren („Lieu apparent") zu verwandeln. Bei der Vorausberechnung der geocentriſchen (vergl. d. A. S. 603.) Himmelsörter eines Geſtirns wird nämlich, um es nochmals zu wiederholen, von der räumlichen Ausdehnung (ſowohl dieſer Geſtirne als auch) der Erdkugel vorerſt noch ganz abgeſehen; man betrachtet die Erdkugel dabei, wie geſagt, als in ihrem Mittelpuncte concentrirt, und bezieht den zu berechnenden Ort des Geſtirns demnach auf dieſen Mittelpuct der Erde. Ein ſo berechneter Himmelsort des Planeten P (Fig. 2. der Tafel X.) ſey z. B. b; die entſprechende Geſichtslinie aus dem Mittelpuncte T der Erde würde dann dieſen Planeten am Himmel in b zeigen, wogegen derſelbe bei der nachherigen wirklichen Beobachtung von dem Oberflächenpuncte A der Erdkugel, d. h. alſo von der räumlich ausgedehnten, nicht mehr bloß punctgroß angenommenen Erde aus, nach der Geſichtslinie APh am Himmel in h (alſo im Vertical niedriger, vom Zenith weiter ab) erſcheint, ſo daß ſein ſcheinbarer, ſein Beobachtungsgemäßer Ort ſich hier von jenem berechneten um den ganzen Betrag der „Horizontal"-Parallaxe (ſ. oben) bh unterſcheidet, um welche alſo letzterer Behufs der Verwandlung in den wirklich erſcheinenden nunmehr erſt noch geändert (corrigirt) werden muß. Beim ferneren, in Folge der täglichen Himmelsbewegung Statt findenden Uebertritte des Geſtirns in einen andern Scheitelkreis wird daſſelbe, wie wiederum die bloße Vergleichung der Figur 2. (bei K) zeigt, in jedem derſelben, beobachtungsgemäß, niedriger (weiter ab vom Zenith) ſtehen (ſein beobachteter Scheitel-Abſtand wird — vergl. vorn — größer ſeyn), als dieß die Rechnung angibt; der berechnete (der auf den Mittelpunct der Erde bezogene) Himmelsort iſt in jedem Vertical erſt noch um die zugehörige (jetzt) „Höhen"-Parallaxe zu verbeſſern, um zum entſprechenden „ſcheinbaren" Himmelsorte des Geſtirns zu werden, wo der Beobachter daſſelbe von der Erdoberfläche aus auch wirklich gewahren ſoll. Dieß alſo auseinandergeſetzt, muß, ſchmeichle ich mir, einleuchten, und man wird nun leichter einſehen, daß durch dieſen Einfluß der Parallaxe, durch dieſes von ihr herrührende Erniedrigen des Geſtirns in jedem Vertical und die daraus folgende allgemeine Ortsveränderung des Geſtirns, auch die, alſo ohne Rückſicht auf einen ſolchen parallaktiſchen Einfluß berechnete gerade Aufſteigung, Abweichung, Länge und Breite deſſelben (kleine) Aenderungen erleidet, für welche man, nachdem ich den Vorgang ſelbſt aufgeklärt habe, die weitläuftigen Formeln, die ich Plangemäß ausſchließen muß, ſodann beim Lalande („Astronomie." Livre IX.) einſehen kann. Ich begnüge mich, das hier wegen dieſer Bezugnahme auf Parallaxe beigebrachte Detail nochmals mit den nun verſtändlichen kurzen Worten: „Die tägliche Parallaxe vermindert die (Rechnungs-gemäßen) Höhen der Geſtirne, deren „ſcheinbarer" Ort h (Fig. 2.) etwas niedriger ſteht, als der „wahre," wodurch ſich auch die Längen, Rectaſcenſionen u. ſ. w. (wie ich eben zu zeigen hatte) um kleine Bogen ändern, welche man Parallaxen der Länge, der Rectaſcenſion u. ſ. w. nennt"* — zu reſumiren,

* Da die Parallaxe alſo im Vertical des Geſtirns erniedrigend, die Refraction (Strahlenbrechung, aſtronomiſche) aber, wie wir in dieſem Art. näher ſehen werden, ebenfalls im Vertical auf daſſelbe erhöhend wirkt, ſo geben die Tafeln, namentlich in Bezug auf den Mond, gleich die Differenz beider Einflüſſe für jede Höhe, eine Bemerkung, welche ich, um einem etwanigen Zweifel der Leſer beim erſten An-

und gebe damit ſogleich zu den dieſen Gegenſtand betreffenden hiſtoriſchen Notizen über, welche den voraufgehenden Vortrag, bevorwortetermaßen, zugleich noch in manchen Specialien ergänzen ſollen.

Die älteſten Aſtronomen hatten einen ſehr unvollkommenen Begriff von den Parallaxen und den alſo daraus folgenden Entfernungen der Geſtirne, ſelbſt von der Mond-Entfernung, obwohl dieſe, wie wir geſehen haben, noch am leichteſten zu beſtimmen iſt; Pythagoras (um 600 vor Chriſtus) z. B. ſchlägt dieſelbe (**Plin. hist. natur. II. 21.**) nur etwann auf 4000 bis 5000 Meilen, alſo kaum auf den zehnten Theil desjenigen (50000 Meilen) an, was wir dafür gefunden haben. Richtigere Anſichten hiervon finden wir erſt beim Hipparch, dieſem uns vielfach bekannt gewordenen (125 v. Chr. zu Rhodus verſtorbenen), ausgezeichneten Griechiſchen Aſtronomen, welcher nach dem Zeugniſſe des Ptolemäus (Alm. V. 11.) die Grenzen der Mond-Entfernung (die wir — vergl. Mond, S. 146 — bei entſprechenden Horizontal-Parallaxen von 61½ und 54 Minuten zu 56 und 64 Erdhalbmeſſern angeben) auf 56 und 72 Erdhalbmeſſer feſtſetzte. Ptolemäus ſelbſt (biograph. Notizen über ihn in Weltſyſtem, indem Er bekanntlich der Auctor eines dieſer Syſteme iſt), der ſich in ſeinem eben citirten großen aſtronomiſchen Werke „Almageſt,“ * **passim**, ausführlich darüber verbreitet, iſt nicht beſonders genauer, und die Arabiſchen Aſtronomen, welche zunächſt nach ihm in ſeine Fußſtapfen traten, haben auch nicht viel mehr geleiſtet.

Während des Mittelalters machte dieſe Unterſuchung keine weiteren Fortſchritte; erſt der große Copernikus nahm ſie wieder auf, und ſchloß nach ſorgfältigen, namentlich in das Jahr 1522 fallenden Beobachtungen die Horizontal-Parallaxe des Mondes zwiſchen die Grenzen von 50 und 66 Minuten, und demnach die Entfernungen dieſes Geſtirns von der Erde zwiſchen 68 und 52 Erdhalbmeſſer ein, an welcher Beſtimmung auch Tycho und die übrigen näheren Nachfolger des Thorner Aſtronomen wenig auszuſetzen fanden, bis endlich Lalande vermittelſt der oben beſchriebenen Methode* gleichzeitiger Beobachtungen durch zwei Beobachter zu dem ſchon vorn anticipirten Reſultate gelangte, daß (genauer) die größte, für Paris** Statt habende „Horizontal-Parallaxe“ des Mondes, wenn derſelbe voll und zugleich in der Erdnähe*** iſt, 61′ 29″, die kleinſte des Neumondes in der Erdferne aber 53′ 51″ beträgt, welchen Horizontal-Parallaxen die (vergl. wieder Mond,

blicke ſolcher Tafeln zu begegnen, lieber gleich hier noch hinzufüge.

* Das ptolemäiſche Werk hatte den Titel: „Σύνταξις μεγίστη, das größte Syſtem oder die vorzüglichſte Zuſammenordnung.“ Vor das Wort μεγίστη hatte der arabiſche Ueberſetzer den Artikel al geſetzt und nun das Wort umgebildet in **Almagest.** Die mir bekannte einzige Ausgabe iſt von **Grynaeus** und **Camerarius.** 1538. Bode hat die vier erſten Abſchnitte des ſiebenten Buchs überſetzt. 1795.

* Man könnte auf dieſe Veranlaſſung fragen, welcher Beobachtungs-Methode ſich denn die Aſtronomen vorher bedienten? ſie beſtand in der Vergleichung berechneter und beobachteter (vgl. vorn) Zenith-Abſtände. So beobachtete Ptolemäus einſtmals den Zenith-Abſtand des Mondes = 50° 55′
als derſelbe der Rechnung zu
Folge nur 49–48
hätte ſeyn ſollen, woraus eine
Parallaxe von . . . . . . 1° 7′
hervorging; denn um ſo viel hatte die Parallaxe den Abſtand des Geſtirns vom Zenith vermehrt (daſſelbe — ſ. wieder vorn — in ſeinem Vertical erniedriget). Aus dieſer Höhen-Parallaxe konnte ſodann alſo auf die Horizontal-Parallaxe geſchloſſen werden.

** „Für Paris“? Nämlich (ſ. was vorn vom Einfluſſe der ſphäroidiſchen Geſtalt des Erdkörpers auf die Parallaxe beigebracht iſt) für die in der Breite von Paris Statt findende Größe des Erdradius.

*** Vergl. wegen dieſer und der folgenden Combination den Artikel Evection.

S. 146.) reſpectiven Entfernungen von 58,8 und 63,6 Erdhalbmeſſern entſprechen. — So viel, unter dem hier aufgeſtellten hiſtoriſchen Geſichtspuncte, von der Parallaxe des Mondes.

Da die Aſtronomen aber ſchon bei Beſtimmung dieſes Elementes für den uns nächſten Weltkörper, und für welchen daſſelbe alſo im nämlichen Verhältniſſe bedeutend ausfällt, ſo große Schwierigkeiten gefunden haben, ſo kann man ſich leicht denken, wie viel mehr Bemühung noch die Ermittlung der, bei der weiten Entfernung natürlich auch äußerſt kleinen Parallaxe* der Sonne gekoſtet haben muß. Die Meinungen der Alten über die Entfernung dieſes Geſtirns von der Erde finden ſich beim Plutarch („De placitis Phil." III. 31.) und beim Plinius („Hist. nat." II. 21.). Man erſieht daraus, daß Pythagoras den Abſtand der Sonne von der Erde nur etwann dreimal ſo groß, als den des Mondes von der letzteren (zu 150000, ſtatt der 20000000 Meilen, welche wir dafür finden) annahm; und in ähnlicher Art ſind die Meinungen der ſpäteren Griechiſchen Aſtronomen über dieſen delicaten Punct bis auf Ariſtarch von Samos (um 260 vor Chriſtus) höchſt irrthümlich, welcher bewies, daß die Parallaxe der Sonne nicht über 3 Minuten und die Entfernung von der Erde daher unmöglich weniger als 1150 Halbmeſſer der Erde (wir finden bekanntlich 8,5 Secunden und $\frac{20000000}{860}$ = etwann 24000 bis 25000 Erdhalbmeſſer) betragen könne. Das zu dieſer Ermittlung von Ihm angewendete ſcharfſinnige Verfahren habe ich im Art. Mond, S. 146. beſchrieben; daſſelbe beruhet, wie wir dort geſehen haben, auf der Einſicht, daß der noch bei Beſtimmung der Parallaxe und Entfernung des Mondes angewendete und dazu hinreichend befundene Erdhalbmeſſer doch in Bezug auf die Sonnen-Entfernung ein zu

* Wenn der Ausdruck ohne Zuſatz gebraucht wird, ſo iſt immer die Horizontal-Parallaxe zu verſtehen: nur ſie iſt, im Vergleiche zu der ſich mit jeder Höhe ändernden Höhen-Parallaxe, etwas Fixes.

kleines Maß ſey, weßhalb Ariſtarch denſelben, in der l. c. nachgewieſenen Art, jene als bekannt vorausgeſetzte, ſo viel größere Entfernung* des Mondes von der Erde (in Erdhalbmeſſern ausgedrückt) ſubſtituirt. Ptolemäus ſetzte nachher dieſe Angabe des Ariſtarchus für die Parallaxe der Sonne auf $2\frac{1}{2}$ Minuten und die Entfernung danach auf 1140 Erdhalbmeſſer herab; und ich finde, daß ſelbſt noch Tycho dieſer Beſtimmung nachgab.

Erſt Kepler ſchloß aus der von ihm erlangten Ueberzeugung gänzlicher Unbemerkbarkeit einer Parallaxe des Mars,** ſelbſt in der größten Erdnähe, daß eine ſolche für die ſo viel entferntere Sonne gar nicht oder doch kaum wahrzunehmen ſeyn könne; in ſeinem viel angeführten, großen Werke: „De Stella Martis." S. 71, erklärt er ſich mit ſeinem gewöhnlichen Scharfſinne ſehr einſichtsvoll darüber, und ſpäter verkleinert Er die Sonnen-Parallaxe bis auf 1 Minute, als etwann den dritten Theil deſſen, was wir eben mit Tycho dafür gefunden haben. Einige Jahre nach Kepler's Tode (um 1640; Kepler ſtarb 1631) wandte Wendelinus*** das oben erwähnte Verfahren des Ariſtarch zur Ermittlung der Sonnen-Parallaxe an, und ſetzte dieſelbe wiederum bedeutend kleiner, nämlich auf 15 Secunden feſt, ein Reſultat, wel-

* Gleich wie wir, bevorworteter maßen, in dem folgenden Art. „Parallaxe," jährliche, das noch größere Maß des Halbmeſſers der ganzen Erdbahn anzuwenden gezwungen ſeyn werden.

** Wir haben eine ſolche von einigen Secunden zwar ſchon oben gefunden, aber durch ein Verfahren, von welchem Kepler noch keine Ahnung hatte, oder welches auch mit damaligen Inſtrumenten gar kein Reſultat geliefert haben würde.

*** Wendelinus (Godefroi), über welchen man nicht leicht biogr. Notizen findet, lebte um die Mitte des 17ten Jahrhunderts, und war Canonikus zu Condé in Flandern. Der Jeſuit Riccioli (vergl. d. A. Erde, S. 343.) zeichnet ihn, obwohl er ſelbſt abweichende Anſichten hegte, im „Almagestum novum." I. 109. beſonders wegen ſeiner oben erwähnten Bemühungen um die Ermittlung der Sonnen-Parallaxe, aus.

ches durch ſeine Genauigkeit (wir finden, wie geſagt, zwiſchen 8 und 9 Secunden) überraſchen könnte, daher ich in einer Anmerkung * nochmals beſonders darauf zurückkomme; allein die übrigen Aſtronomen ſeiner Zeit konnten ſich nicht entſchließen, ihm darin beizuſtimmen; und Riccioli namentlich, wie ich eben angedeutet habe, blieb bei einer Sonnen-Parallaxe von ½ Minute (alſo bei der Hälfte der erwähnten Kepler'ſchen Angabe) ſtehen.

Im Jahre 1684 gelang es endlich Caſſini dem Aelteren (wir haben die ganze, per excellentiam die „aſtronomiſche" genannte Familie Caſſini im kurz vorhergehenden Artikel Nebenplaneten kennen gelernt), die Sonnen-Parallaxe (vergl. oben) nahe richtig zu 9½" zu ermitteln. Er wandte dazu die ſchon ſchon oben erwähnte, von Ptolemäus in Bezug auf den Mond gebrauchte Methode der Vergleichung berechneter und beobachteter Zenith-Abſtände, wie ich vorn darauf vorbereitet habe, auch auf den Mars an, und fand deſſen Horizontal-Parallaxe in der Oppoſition dieſes Planeten, alſo in einer Entfernung von ſehr nahe 8000000 Meilen von der Erde, auf dieſe Weiſe (faſt wie wir oben) = 24"; — und da ſich die Parallaxen umgekehrt wie die Entfernungen verhalten, ſo hatte Er alſo (Sonnen-Entfernung von der Erde = 20000000 Meilen)

20 : 8 = 24 : Sonnen-Parallaxe,

woraus dieſelbe, wie geſagt, = 9½ Secunden kam. Es blieb jetzt nur noch die Beſtätigung dieſes Reſultates durch die, ſchon oben, mit Verweiſung hierher, ausgezeichnete Beobachtung der Vorbeigänge der Venus vor der („Durchgänge durch die") Sonnenſcheibe in den Jahren 1761 und 1769 übrig, auf welche der uns viel bekannt gewordene, würdige Engliſche Aſtronom Edmund Halley, Zeitgenoß Newtons, als auf das ſicherſte Mittel der verlangten Beſtimmung, lange vorher aufmerkſam gemacht hatte; „et si," um nun unſeren, für dieſe Unterſuchung enthuſiaſtiſch eingenommenen Lalande („Astronomie." 2te Aufl. §. 1742.), welchem ich bei derſelben zum Theile gefolgt bin, darüber ſelbſtredend einzuführen, „si l'on a toujours mis au nombre des époques mémorables, celles des progrès de l'esprit humain, tout ce qui nous procure des connaissances nouvelles est pour nous un évènement célèbre: *le passage de Venus* étoit un de ces phénomènes rares et singuliers, prédit et attendu depuis plus d'un siècle et qui jusque lors n'avoit jamais été observé, quoique c'étoit de tous les phénomènes célestes, celui dont ou devoit espérer la *plus exacte détermination* de la *parallaxe du Soleil*, et par conséquent des *distances de toutes les planètes* à la terre." *

* Ich bitte die Leſer nämlich, nochmals d. A. Mond, S. 146. und die dort bezeichnete Fig. 2 der Tafel V. zu vergleichen. Wendelinus mit beßren Inſtrumenten als Ariſtarch, findet den Winkel TSL im gleichnamigen rechtwinkligen Triangel derſelben, d. h. die Sonnen-Parallaxe für die Mondentfernung (60 Erdhalbmeſſer) = 15 Minuten, und ſchließt daraus ganz richtig, daß dieſer Winkel für eine 60 Mal kleinere Baſis (alſo für den einfachen Erdhalbmeſſer, in welchem Falle derſelbe alſo unſere Horizontalparallaxe wird) auch 60 Mal kleiner, alſo $\frac{15'}{60} = 15''$ ſeyn müſſe. — Ich bemerke, auf dieſe Veranlaſſung, für peinliche Leſer, welche das l. c. vorgeſchriebene Meſſungsverfahren genauer beachten, nur noch, daß einmal der betreffende Abſtand nur zwiſchen den Rändern: dem öſtlichen der Sonne, und dem weſtlichen des Mondes hat gemeſſen werden können, wonächſt, um den Abſtand der Mittelpuncte S, L, zu haben, die Halbmeſſer beider Geſtirne hinzuzurechnen geweſen ſind, und daß, zweitens, Behufs der Uebereinſtimmung des für den Oberflächenpunct der Erde erhaltenen Reſultates mit dem auf den Mittelpunct T bezogenen, auch der Scheitelabſtand beider Geſtirne nicht bedeutend hat ſeyn dürfen.

* Durch Kepler's Regeln (vergl. d. A.) iſt nämlich, wie ich hier erinnern darf, zwar der relative (der verhältnißmäßige) Abſtand der verſchiedenen Pla-

Das zu dieſer Beſtimmung der Horizontal-Parallaxe der Sonne und alſo der Entfernung dieſes Geſtirns von der Erde durch die Vorübergänge der uns dabei in der untern Conjunction ſehr nahen Venus angewendete Verfahren, welches weſentlich darauf hinausläuft, aus der größeren (leichter meßbaren) Parallaxe und geringeren Entfernung der Venus beim ſodann Statt findenden Bezuge dieſes Planeten zur Sonne die ſo viel kleinere Parallaxe und ſo viel größere Entfernung der letzteren abzuleiten, habe ich aber im ſchon oben citirten, beſondern Art. Durchgang * in allem Detail entwickelt, und danach die, um es nun nochmals zu wiederholen, ſo eifrig geſuchte Horizontal-Parallaxe der Sonne zu 8″,5, und die Entfernung nahe 25000 Erdhalbmeſſer, oder, etwann ** wie vorn, zu 20000000 Meilen angegeben. Aus der Parallaxe der Sonne, deren genaueſte Ermittlung, wie ich alſo jetzt auch hiſtoriſch nachgewieſen habe, ſo unendliche Bemühungen gekoſtet hat, folgt ſodann in der nachgewieſenen Art zugleich die Horizontal-Parallaxe derjenigen andern Syſtemskörper, für welche dieſelbe, bevorworteter maßen, unmittelbar nicht wohl zu finden ſteht.

Dieß iſt ſomit die Geſchichte der allmäligen Ausbildung der Lehre von der Parallaxe und ihres Gebrauches in der älteren und neueren Aſtronomie zur Darſtellung der Entfernung der betreffenden Geſtirne von uns, als der erſten Anwendung, welche wir von derſelben nachgewieſen haben. Was dagegen die zweite dieſer hier betrachteten Anwendungen: die Ermittlung der wahren Planeten-Durchmeſſer durch die Parallaxe, gleichwie drittens, die ihr gemäße Verwandlung eines berechneten (eines „wahren") Planeten-Himmelsortes in den wirklich erſcheinenden (den „ſcheinbaren;" „lieu apparent") anbetrifft, ſo finde ich darüber bei den Aelteren keine Angaben; und ſie müſſen ganz als ein Verdienſt der neueren Aſtronomie, namentlich der Vervollkommnung der Kepler'ſchen Planeten-Theorie betrachtet werden.

Die Literatur-Notizen über Parallaxen-Rechnung endlich anlangend, ſo verweiſe ich Leſer, welche mein Vortrag, obſchon ich, auch in der plangemäßen Beſchränkung unſeres Werkes, Weſentliches doch nicht übergangen zu haben glaube, gleichwohl nicht befriedigen ſollte, auf Lalande: „Astronomie," wo ſich die Materie, Buch IX., mit der größten Ausführlichkeit behandelt findet. Ein eigenes Werk darüber aber beſitzt man von dem uns mehrfach bekannt gewordenen Stuttgarter Aſtronomen Wurm: „Praktiſche Anleitung zur Parallaxen-Rechnung." Tübingen. 1804. 8.; und mit der Empfehlung dieſer gründlichen Arbeit beſchließe ich denn den gegenwärtigen Art. „tägliche Parallaxe," und gehe nun über auf die damit in ſo enger Beziehung ſtehende

Parallaxe, „jährliche," Parallaxe der Erdbahn; Parallaxis orbis annui, Prostaphaeresis orbis; *Parallaxe (du grand orbe) de l'orbite ou annuelle,* Parallaxe obsolue, deren nur relative Verſchiedenheit von der vorauf behandelten „täglichen Parallaxe" ich gleich Eingangs des betreffenden vorigen Artikels hervorgehoben habe. Gleichwie nämlich

—

neten von der Sonne, und damit von der Erde bekannt; um daraus aber den abſoluten (z. B. in Meilen) ableiten zu können, mußte natürlich erſt ein ſolcher Abſtand der Erde von der Sonne (alſo die Horizontalparallaxe der letzteren) gegeben ſeyn.

* Ich bitte auf dieſe Veranlaſſung nur nochmals, den in dieſem Artikel, S. 243 Sp. 1 ſtehen gebliebenen Druckfehler: 276 Erdhalbmeſſer = „60000" ſtatt „etwann 200000 Meilen" gütigſt zu verbeſſern.

** Man mag ſich über dieſes „etwann." und die demgemäß an andern Stellen meines Vortrages vorkommenden, etwas abweichenden dießfallſigen Angaben, nicht eben wundern: ich thue l. c. dar, und wiederhole hier, daß eine Aenderung von nur 0″,1 in der Horizontal-Parallaxe der Sonne ſchon eine Entfernungsänderung von über 200000 Meilen zur Folge hat.

bei der *täglichen* Parallaxe der Halbmeſſer der *Erdkugel*, ſo liegt, angeführtermaßen, bei der „*jährlichen*“ Parallaxe vielmehr der (zu „*jährlichen*“ Beobachtungen geeignete) Halb- (zuweilen — vergl. unten — bezieht man ſich auch auf den *Durch*-) meſſer der *Erdbahn* zu Grunde; die *jährliche Parallaxe* iſt der Unterſchied der optiſchen Orte (vergl. *Ort*, optiſcher) eines Geſtirns, wenn daſſelbe aus der *Sonne* und aus einem (alſo von letzterer um den *Halbmeſſer der Bahn* abſtehenden) Puncte der Erd*bahn* (oder, wie geſagt, auch aus *zwei*, ſich *diametral* gegenüber liegenden *Bahnpuncten*) betrachtet wird; mit noch andern Worten: die jährliche Parallaxe iſt der Unterſchied des aus der *Sonne* und der (immer einen Bahnpunct einnehmenden) *Erde* geſehenen, des *heliocentriſchen* und *geocentriſchen* (vergl. beide Art.) Ortes eines Geſtirns * (der — vergl. unten — *heliocentriſchen* und *geocentriſchen Länge*).

Wir haben im Art. *Elongation*, S. 307, die übrigen Planeten (abſtrahirend von aller *Breite*) *vorläufig* mit dem Planeten Erde, mit welchem ſie gemeinſchaftlich die Sonne umkreiſen, und alſo auch mit letzterer, ſämmtlich in *derſelben Ebene* (der *Ekliptik*) angenommen, und uns, dieſer *Fiction* gemäß, die drei Puncte (Geſtirn-Mittelpuncte) der Sonne, Erde und eines beliebigen andern Planeten durch gerade Linien zu einem, ſonach in dieſer Ebene der Ekliptik liegenden, ebenen Triangel ** verbunden gedacht, in welchem wir, um es — vergl. unten — nochmals in das Gedächtniß zurückzurufen (den Winkel an der *Erde* die *Elongation*, den Winkel an der *Sonne* die *Commutation* und) den Winkel am *Planeten* mit Verweiſung hierher eben die *Parallaxe* nannten.

Sey alſo, mit fernerer vorläufiger Beibehaltung der obigen Vorausſetzung, Figur 5. der Tafel X., in S die *Sonne*, V T ≏ m die *Erdbahn*, in T die *Erde* und in M ein *Planet* in *ſeiner* Bahn, ſo wird derſelbe von der Sonne nach SM, von der Erde nach TM geſehen, und der (*parallaktiſche*) Winkel TMS iſt, unſerer Definition gemäß, die *jährliche Parallaxe* des Planeten für *dieſe* ſeine Stellung gegen Sonne und Erde. Gedachter Winkel darf aber natürlich nur bei der gemachten Vorausſetzung des Zuſammenfallens der Bahnen in derſelben Ebene der Ekliptik, alſo bei der obigen Abſtraction von aller Breite des Planeten M, als in dieſer Ebene der Ekliptik ſelbſt liegend angenommen werden; in der *Wirklichkeit* veranlaßt die *Breite*, daß die Geſichtslinien SM, TM (die Schenkel des „parallaktiſchen Winkels“ TMS) *nicht* in die bezeichnete Ebene der Ekliptik fallen (über M hinaus bis zum Fixſternhimmel verlängert, daſelbſt *nicht Sterne der Ekliptik*, ſondern ganz andere Himmelspuncte treffen *).

* Hier iſt eine nothwendige Bemerkung zu machen. Gleichwie die *tägliche* Parallaxe (vergl. d. A.) die *größte* im *Horizonte*, und *Null* im *Zenith* iſt, alſo iſt die *jährliche* Parallaxe die *größte* in den *Quadraturen* und, abgeſehen von der Breite, *Null* in der *Conjunction* oder *Oppoſition*. — Ich bitte die Leſer, dieß ſogleich vor Ihr Nachdenken zu ziehen; die Folge meines Vortrages führt mich darauf zurück.

** Ich habe denſelben, im citirten Artikel *Elongation* S. 309, den „*Elongationstriangel*“ benannt, und werde unter dieſer Benennung hinten darauf zurückkommen.

* Ich kann, um meinen Leſern zur klarſten Vorſtellung vom *wahren* Sachverhältniſſe zu verhelfen, dieſen, ſchon im Art. *Geocentriſch*, S. 600 erwähnten Umſtand nicht genug hervorheben. Der Planet M, da er *Breite* hat, befindet ſich, auſſer in den Knoten, *nie* in der Ebene der Ekliptik: er ſchwebt im *Raume über* (oder *unter*) derſelben; er nimmt dort einen Punct in *ſeiner* Bahn ein; zu *dieſem* Puncte führen eigentlich die Geſichtslinien (Viſions-Radien) SM, TM, bilden *dort* den, gleich ihnen, *nicht* in der Ebene der Ekliptik liegenden Winkel TMS der „jährlichen Parallaxe,“ und treffen, darüber hinaus verlängert, wie geſagt, *nicht* Puncte der Ekliptik, ſondern ganz andere Himmelspuncte. — Nur erſt nach

Um alſo jene Fiction einer gemeinſchaftlichen Ebene für ſämmtliche Planeten herzuſtellen, und den Winkel der jährlichen Parallaxe des zum Beiſpiele gewählten Planeten M mit Abſtraction von der Breite, gewohntermaßen, auf die Ekliptik beziehen zu können, poſtulirt der irdiſche Aſtronom ein Loth MN vom Puncte, den der Planet eben in ſeiner Bahn einnimmt, auf die (eventuell erweiterte) Ebene der Ekliptik, eine Operation, welcher er den Namen der Reduction auf die Ekliptik (vergl. d. A.) beilegt, betrachtet dieſen „reducirten Ort“ N (ſtatt M) als Planetenort, und nennt den Winkel SNT, den die Geſichtslinien SN und TN nun dort einſchließen (ſtatt SMT) die (jährliche oder) Parallaxe der Erdbahn für dieſe Stelle des Planeten M. Erſt hiernächſt alſo treffen dieſe Viſionsradien SN, TN, verlängert über N hinaus, am Himmel die Puncte m und μ der Ekliptik, und bezeichnen alſo dort, erſterer die heliocentriſche, letzterer die geocentriſche Länge des Planeten (in der Ekliptik), wodurch unſere obige, dem aſtronomiſchen Gebrauche gemäße, näher beſtimmte Definition:

„die (jedesmalige) jährliche Parallaxe eines Geſtirns (namentlich eines Planeten) iſt der (entſprechende jedesmalige) Unterſchied ſeiner heliocentriſchen und geocentriſchen Länge*

gerechtfertiget wird.

Dieſer Unterſchied zwiſchen der heliocentriſchen und geocentriſchen Länge, dieſe jährliche Parallaxe der Planeten, rührt aber natürlich daher, daß letztere Geſtirne nicht ſo unermeßlich weit uns entfernt ſind, daß man den Halbmeſſer der Erdbahn gegen ihre Entfernung als verſchwindend (als ganz unmerklich) betrachten könnte. Wäre dieß der Fall, ſo würden die Geſichtslinien aus der Sonne und der Erde nach einem Planeten (M), und zwar ſowohl nach ſeinem wirklichen (ſeinem Bahn-) als ſeinem reducirten Orte, ſtatt daſelbſt einen Winkel (SMT oder SNT) einzuſchließen, vielmehr als zuſammenfallend, oder, da der Planet dann überall einer jeden dieſer beiden Geſichtslinien in gleicher Art entſpräche, als parallel* erſcheinen; die heliocentriſche und geocentriſche Länge des Planeten würde ſich dann für jede Stelle ſeiner Bahn (nicht bloß in den deßwegen oben erwähnten Conjunctionen oder Oppoſitionen, ſondern auch in den weiteſten Abſtänden der Quadraturen) gleich groß zeigen. Die Bemerkbarkeit eines ſolchen Winkels (SNT) jährlicher Parallaxe dagegen läßt offenbar auf die Meßbarkeit der Entfernung des Planeten durch den Halbmeſſer der Erdbahn ſchließen, und ich will jetzt zeigen, wie es die älteren Aſtronomen, z. B. Copernikus, vor Entdeckung der dritten Kepler'ſchen Regel (vgl. d. A.) angefangen haben, um vermittelſt dieſer jährlichen Parallaxe die Entfernungen der Planeten von der Sonne in ſolchen Halbmeſſern der Erdbahn abzuleiten.

Copernikus („De revolutionibus.“ l. V. c. 9.) beobachtete am 25. Febr 1514 um 5 Uhr Morgens die geocentriſche Länge des Saturn = 209°. Wäre dieſer Planet unermeßlich weit von der Erde, ſo hätte ſeine heliocentriſche Länge zur ſelbigen Zeit alſo eben ſo groß ſeyn müſſen; ſie ergab ſich aber

der nun oben bezeichneten „Reduction auf die Ekliptik,“ darf der Winkel der jährlichen Parallaxe auch in der Ebene der Ekliptik ſelbſt angenommen werden.

* „La *parallaxe annuelle* (Prostaphaeresis orbis), est la différence des longitudes *héliocentriques* et *géocentriques:* c'est le premier phénomène que produit *notre éloignement du Soleil et du centre des mouvemens planétaires.*“ Lalande: „Astronomie.“ §. 1141. Die Vergleichung des letzteren Satzes kann unten nützlich werden.

* Gleichwie uns, um das bekannteſte Beiſpiel zu wählen, wenn wir einen dazu hinreichend entfernten Thurm zur Seite haben, und nun in dieſer Richtung immer etwas fortgehen, alle Geſichtslinien nach dem Thurme unter einander parallel erſcheinen, eben weil das Maß unſeres Fortgehens gegen die Entfernung des Thurmes unmerklich iſt.

nach der Rechnung nur = 203° 16′, und der Unterſchied von 5° 44′ war alſo die jährliche Parallaxe, ohne deren Einfluß ſich dieſelbe, wie geſagt, = 0 gefunden haben müßte.

Dieſelbe Rechnung zeigte den entſprechenden Unterſchied der heliocentriſchen und geocentriſchen Länge des Saturn und der Erde (den deßhalb oben erwähnten Commutations-Winkel) = 67° 35′, woraus der dritte Winkel des (vergl. wieder oben) „Elongationstriangels“ alſo (5° 44′ + 67° 35′ = 73° 19′, und dieſe abgezogen von 180°) 106° 41′ kam. Demgemäß hatte Copernikus denn in dieſem Triangel:

Halbmeſſer der Erdbahn : Entfernung des Saturn v. d. Sonne = sin 5° 44′ : sin 106° 41′,

1 : x = 0,099 : 0,958,

alſo dieſe Entfernung = 9 bis 10 Mal ſo groß, als die Entfernung der Erde von der Sonne (etwann 200 Millionen Meilen), wie wir dieſelbe finden.

Eben ſo verhält es ſich mit jedem andern Planeten: hat man ihn in der Oppoſition (ich bleibe, da ſich die Anwendung auf die Conjunction von ſelbſt ergibt, bei den oberen Planeten ſtehen), wo ſeine heliocentriſche Länge, als der geocentriſchen dann gleich, alſo unmittelbar aus der gemeſſenen letzteren folgt, beobachtet, ſo läßt ſich dieſe heliocentriſche Länge immer leicht für den nachherigen Moment berechnen, wo die Commutation des Planeten (welche in der Oppoſition = 0 war) = 90° geworden iſt; hätte der Planet alſo keine jährliche Parallaxe, ſo müßte ſich die dann zu beobachtende geocentriſche Länge jener berechneten heliocentriſchen gleich zeigen; ſie wird aber immer um etwas verſchieden davon gefunden, und dieſe Verſchiedenheit iſt demnach die „jährliche Parallaxe der Planeten.“

Ganz anders verhält es ſich dagegen in dieſer Hinſicht mit den Fixſternen, auf welche ich die Betrachtung einer jährlichen Parallaxe jetzt ausdehne: die Geſichtslinien ♈L, ♎L nach dem nämlichen Fixſterne L unſerer Figur 5. der Tafel X, obwohl die Puncte ♈ und ♎, ſtatt um den bisher betrachteten Halbmeſſer, ſogar um den ganzen Durchmeſſer der Bahn (welchen ich, bevorworteter maßen, jetzt einführe) auseinander liegen, zeigen ſchlechterdings keine merkliche Convergenz, wodurch ſich uns allein ſchon die Ueberzeugung von der Unermeßlichkeit der Entfernung dieſer Geſtirne ſogleich unwiderleglich aufdringt.

Zwar haben Beſſel (der jetzt verewigte Königsberger) und Struve (der große Petersburger Aſtronom) an einzelnen Fixſternen (vergl. d. Art. S. 556. und unten) eine, auf den Halbmeſſer der Erdbahn bezogene, alſo eine jährliche Parallaxe im vorauf gemeinten Sinne, reſp. von 1/3 und 1/8 Secunde (am Sterne einen, den Halbmeſſer der Erdbahn zur Baſis, und Geſichtslinien aus der Sonne und einem Bahnpuncte zu Schenkeln habenden Winkel von reſp. 1/3 und 1/8 Secunde) nachgewieſen; allein dazu ſind, wie l. c. ausführlich gezeigt worden, ganz andere Methoden in Anwendung gekommen, wogegen das obige, für Planeten ausreichend befundene Verfahren, für Fixſterne immer nur das Reſultat eines vollkommenen (oder ganz unmerklich davon abweichenden) Parallelismus der heliocentriſchen und geocentriſchen Viſionsradien gewähren würde. Dieſer Umſtand dient alſo zur Beſtätigung unſeres Satzes, daß die an den Planeten beobachtete jährliche Parallaxe (die Convergenz der Geſichtslinien aus Erde und Sonne nach ihnen) lediglich eine Folge der geringeren, wie geſagt, durch den Halbmeſſer der Erdbahn noch meßbaren Entfernung dieſer Geſtirne iſt, nnd daß die Geſichtslinien auch nach ihnen, gleichwie nach den Fixſternen, parallel ſeyn, keine Convergenz zeigen würden, wenn ſie eben ſo weit entfernt wären, als dieſe, woraus alſo zugleich die von uns eben poſtulirte Zunahme der Convergenz mit der Abnahme der Entfernung, und alſo die vollkommene Zuläßigkeit unſeres Schluſſes aus jener auf dieſe, auch im Allgemeinen folgt. — Dieß aber habe ich nur beſonders noch einmal hervorheben wollen.

Es ſind, um nun zur hiſtoriſchen Betrachtung überzugehen, ehe man zu

dieſer Ueberzeugung von der Unermeßlichkeit der Entfernung der Fixſterne und der dadurch bedingten Unbemerkbarkeit einer jährlichen Parallaxe an ihnen hat gelangen können, unzählige Bemühungen darum aufgeboten worden. Ich habe dieſer Bemühungen bereits im verwandten Artikel Abirrung des Lichtes, S. 6 flgd., Erwähnung gethan, und dort gezeigt, wie eine jährliche Parallaxe der Fixſterne Veränderungen der Zenith-Abſtände dieſer Geſtirne beſonders in entgegengeſetzten Jahreszeiten und wo ſich alſo die Erde auch in diametral entgegengeſetzten Bahnpuncten befindet, hervorbringen müſſe. Dieſe Idee verfolgte, wie ich nun weiter anzuführen habe, namentlich Tycho; allein ſchon Er fand (Kepler: „Epit. Astr. Copern." Lib. III. pag. 493.) die größte Höhe des Polarſterns zu entgegengeſetzten Jahreszeiten vollkommen Einerlei, und ſchloß daraus richtig, daß die „jährliche Parallaxe der Fixſterne" unmerklich ſey. Mehrere, der alten Anſicht huldigende Aſtronomen der damaligen Zeit brauchten dieß als einen Einwand gegen das Copernikaniſche Syſtem, indem die dieſem Syſteme zu Grunde liegende Annahme der Bahnbewegung der Erde einen Abſtand der Beobachtungsſtellen von 40 Millionen Meilen in entgegengeſetzten Jahreszeiten bedingt, wobei ſich eine Parallaxe ergeben zu müſſen ſchien. Dieſer Einwand zeigte ſich ſo gewichtig, daß den Copernikanern nichts als die Erklärung übrig blieb, die Entfernung der Fixſterne ſey ſo bedeutend, daß auch der größte Abſtand der Bahnſtellen, welche die Erde bei ihrem Jahreslaufe um die Sonne einnehme, dagegen verſchwinde; — und Bradley's eben erwähnte glänzende Entdeckung der Abirrung des Lichtes ſetzte denn endlich jene Jahresbewegung der Erde und damit die Richtigkeit der ſo geſtellten Copernikaniſchen Erklärung von der Unmerkbarkeit einer jährlichen Parallaxe der Fixſterne außer Zweifel, und entſchied ſolchergeſtalt den Streit.

Indeß hat dieſe, alſo ſeit Bradley (ſeit der Mitte des vorigen Jahrhunderts) gegoltene Annahme, daß trotz der in Folge des Bahnlaufes der Erde eintretenden, ſo großen Stellungsverſchiedenheit des Beobachters, eine Jahres-Parallaxe der Fixſterne dennoch ſchlechterdings nicht bemerkbar ſey, wie geſagt, in der neueſten Zeit durch Beſſel und Struve gleichwohl wieder eine Einſchränkung erfahren, indem der Erſtere am Sterne 61 im Sternbilde des Schwans die oben erwähnte jährliche Parallaxe von 1/3″, der Letztere aber am Sterne Wega der Leyer eine ſolche von 1/8 Secunde nachgewieſen haben, woraus für jenen Stern eine Entfernung von 12-, für dieſen aber von 32 Billionen geographiſcher Meilen von der Erde folgt. Gerade aber das Ungeheure dieſer Entfernungen, und die dadurch bedingte Kleinheit der Parallaxe von Bruchtheilen einer Secunde, beſtätiget die obigen Anführungen, und ſpricht alſo nicht ſowohl wider, als vielmehr ganz entſcheidend für die Richtigkeit der Anſicht der Copernikaner. Das Detail dieſer Beſſel-Struve'ſchen Meſſungen habe ich hier nicht wiederholen dürfen, da ſich daſſelbe, um nochmals darauf aufmerkſam zu machen, im citirten Art. Fixſterne, S. 556 flgd., vorfindet, womit man (welche Anführung zugleich als die gewöhnliche Literarnotiz dienen mag) den Aufſatz darüber von Beſſel ſelbſt, in Schumacher's „Jahrbuch für 1839." 2te Abthl. S. 8 flgd., verbinden kann.

Schließlich endlich die Bemerkung, daß, da die bis jetzt beobachtete, größte jährliche Parallaxe eines Fixſterns (der gleichſchenklige Winkel an ihm, welcher — vergl. oben — den Halbmeſſer der Erdbahn zur Baſis hat) alſo kaum 1/3 Secunde beträgt, eine tägliche Fixſternparallaxe (wobei ſonach der 24000 Mal kleinere Halbmeſſer der Erdkugel die Baſis abgäbe, und welche demgemäß $\frac{1/3}{24000} = 1/72000$ Secunde betrüge) natürlich ganz undenkbar iſt, wodurch alſo das, was ich im vorangehenden Art. Parallaxe (tägliche) mit Verweiſung hierher wiederholentlich darüber vorbringe, vollkommen beſtätiget wird.

Parallelismus der Erdaxe; Parallelismus axis terrae; *Parallélisme de l'axe de la terre* * Man bezeichnet im

* Ich ſage da oben zwar nur „terre"; wir werden aber im Vortrage über Ro-

Copernikaniſchen Weltſyſteme mit dieſem Ausdrucke (deſſentwegen namentlich ſchon zu Schluſſe des Art. Ekliptik hierher verwieſen iſt) eine gewiſſe Stellung der Rotationsaxe (der Axe der täglichen Umdrehung) des Erdkörpers gegen die Ebene ſeiner Jahresbahn um die Sonne, durch deren Conſtanz (ſteten Parallelismus) die während der letzteren Zeit vorgehenden periodiſchen Veränderungen des Sonnenſtandes für die verſchiedenen Puncte der Erdoberfläche mit Bezug auf die, dem Syſteme zur Baſis dienende doppelte Bewegung der Erde erklärt werden; — und in der That kann nichts einfacher ſeyn, als dieſe ſchöne Erklärung der verſchiedenen Taglängen, Sonnenhöhen und Jahreszeiten, welche Copernikus (De revol. I. 11.) aus der Schiefe dieſer beiden Bewegungen gegen einander herleitet, da in den andern Syſtemen das Steigen und Sinken der Sonne äußerſt gezwungen durch ſchiefe Drehung der Sphären, durch ſchiefes Widerſtreben gegen die tägliche Bewegung, oder durch unnatürliche Schraubengänge dargeſtellt werden muß. Hier bedarf es dagegen nur des einfachen Satzes, daß die Axe der Umdrehung, welche mit der Ebene der Ekliptik einen ſchiefen Winkel von etwann 66½° macht, ſich immer parallel bleibe. Tafel X. Fig. 6. ſey S die Sonne; die punctirte Bahn ♈♋♎♑ ſtelle perſpectiviſch die Erdbahn vor, auf welcher die Erde ſelbſt in vier Stellungen abgebildet iſt. In jeder derſelben behält PQ, die Axe der täglichen Umdrehung, eine gleiche, ſich immer parallele Lage. Nun ſey die Erde um die Zeit unſeres längſten Tages in ♑, ſo wird ihr die Sonne dieſer Stelle gegenüber in ♋ oder im Zeichen des Krebſes erſcheinen. Hier neigt ſich der Nordpol P gerade der Sonne zu; die Folge davon iſt, daß Ll, der Parallelkreis des Orts L in der nördlichen Hälfte der Erdkugel (wie die Figur deutlich genug zeigt) durch die Linie, welche die der Sonne zugekehrte oder erleuchtete Halbkugel von der dunkeln abſondert, in ungleiche Theile getheilt wird; daher der Ort L bei der gleichförmigen täglichen Umdrehung durch Ll länger im hellen, als im dunkeln Theile verweilt, mithin längere Tage und kürzere Nächte hat. Zugleich geht die Linie nach der Sonne ♑S nahe bei l vorbei, oder der Ort L ſieht im Mittage die Sonne nahe bei ſeinem Scheitel, alſo in einer großen Mittagshöhe. Zu eben der Zeit fallen die Parallelkreiſe der Südländer, welche Q näher liegen, mehr in die dunkle, als in die erleuchtete Hälfte, dieſe Länder haben alſo kürzere Tage und längere Nächte.

tation ſehen, daß der Parallelismus der Rotationsaxe der Haupt- und Nebenplaneten ein allgemeines Himmelsgeſetz iſt. Für den Mars beſonders iſt dieß ſchon im betreffenden Artikel, S. 72, für den Mond S. 152 gezeigt.

Man laſſe nun die Erde bis ♈ (wo, wie in ♎, die, die Mittelpuncte von Sonne und Erde verbindende Gerade auf der Rotations-Axe ſenkrecht iſt (eine Bemerkung [vergl. hinten], welche ich nicht ohne Abſicht hinzufüge) fortgehen, aus welchem Bahnpuncte ſie die Sonne in ♎ ſieht, wie um die Herbſtnachtgleiche geſchieht. Hier fällt genau die in der Figur vorwärtsgekehrte Hälfte des Parallelkreiſes Ll in den hellen, die zurückgewendete in den dunkeln Theil, und eben ſo iſt es hier mit allen übrigen Parallelkreiſen. Daher haben nun alle Orte der Erdkugel gleiche Tage und Nächte.

Rückt die Erde nach einem Vierteljahre bis ♋, und ſteht die Sonne in ♑, wie zur Zeit der Winterſonnenwende, ſo fällt nun vom Parallelkreiſe Ll nur ein kleiner Theil in die erleuchtete Hälfte, und L hat kürzere Tage mit längern Nächten; dagegen iſt der Fall für die Parallelkreiſe gegen den Südpol Q gerade umgekehrt. Jetzt geht auch die Linie nach der Sonne ♋S weit bei L vorbei, d. i. der Ort L ſieht im Mittage die Sonne weit von ſeinem Scheitel in geringer Mittagshöhe. Daß endlich im Stande ♎, wo die Sonne in ♈ oder im Frühlingspuncte geſehen wird, wiederum alle Orte der Erdkugel gleiche Tage und Nächte haben, fällt, wie bei ♈, in die Augen.

Es würde (vgl. unten) überaus weitläuftig ſeyn, alle Phänomene dieſes Wechſels auf gleiche Art durchzugehen, obgleich

eine ſolche Beſchäftigung, wenn man ſie für ſich ſelbſt vornehmen will, ſehr lehrreich ſeyn wird, um die wahre Bewandtniß deſſen einzuſehen, was von Verbindung des Umlaufs mit der Umdrehung der Erde abhängt. Hier will ich nur noch bemerken, daß der Aequator AR in allen Stellen gerade zur Hälfte im erleuchteten Theile liegt, alſo immer gleiche Tage und Nächte hat, daß der Nordpol P von ♎ bis ♈ immer im Hellen, von ♈ bis ♎ immer im Dunkeln bleibt, mithin ſein Tag und ſeine Nacht ein halbes Jahr dauern, daß es ſich mit dem Südpol Q auf die entgegengeſetzte Art, übrigens eben ſo verhält, und daß aus der Figur auch ſehr deutlich wird, warum die Orte um P und Q in der Nähe der Stellen ♋ und ♑ perpetuelle, ganze Wochen und Monate dauernde Tage und Nächte haben. Dieſe Erklärung iſt eben ſo vollſtändig, als einfach, und trägt gleich an der Stirn das unverkennbare Gepräge der Wahrheit, zumal wenn man dagegen die Erde ruhend annimmt, und nun auf Möglichkeiten ſinnt, ſich alles dieſes in eben dem Grade begreiflich zu machen.

Inzwiſchen hat Copernikus hiebei den Fehler begangen, daß er zu Bewirkung der beſtändig parallelen Lage PQ. außer Umlauf und Umdrehung, noch eine beſondere dritte Bewegung („motum declinationis“) für nöthig hält und der Erde beilegt. Die Mechanik war zu ſeiner Zeit (Ende des 15ten Jahrhunderts) noch unvollkommen, faſt, möchte ich ſagen, gar nicht vorhanden. Sonſt würde Er gewußt haben, daß Umdrehung und Umlauf („rotatoriſche“ und „progreſſive“ Bewegung) bei ſonſtiger Freiheit nicht in einander wirken, und daß die Axe der Umdrehung durch die Kräfte, welche das Fortgehen bewirken, wohl aus der Stelle, aber nicht aus der Lage gebracht wird, daher das Sich-ſelbſt-Parallelbleiben dieſer Axe vielmehr Abweſenheit einer dritten Bewegung anzeigt. Der uns vielfach bekannt gewordene Franzöſiſche Aſtronom des vorigen Jahrhunderts, de la Caille, drückt ſich darüber beſonders paſſend aus: „Ergo,“ ſagt Er, („Lect. element. astron.“ Versio Lat. Sect. II. Pars I. c. 1.) „*sua natura* axis saltem *parallelus* manet, cum *immotus* manere nequeat, terra ipsa mota.“ Tycho („Epist. astron.“ pag. 167.) macht zwar den Einwurf, „es ſey hart, der groben Erdmaſſe (?) dreierley Bewegungen beizulegen;“ allein die vermeinte dritte fällt hiernach ganz hinweg; — und die ganze Sache wird meinen Leſern bei nur einigem Nachdenken über das hier in Bezug auf dieſelbe Geſagte überhaupt viel einfacher* vorkommen, als der Urheber der

* Indeß will ich (vergl. wieder Ekliptik, S. 298.) doch einen Vorſchlag zu noch mehrerer Verſinnlichung machen. Die Leſer mögen nämlich Ihren Stock, welcher die obige Rotationsaxe der Erdkugel vorſtellen ſoll, an dem einen Ende mit Nord-, an dem andern mit Südpol bezeichnen, und denſelben ſodann, in der vorgeſchriebenen Neigung (der $66\,{}^1/_2{}^0$) gleichmäßig dergeſtalt um die Kante (die Erdbahn) Ihres runden Tiſches, deſſen Mittelpunct die Sonne abgibt, ſchieben, daß er ſich dabei ſelbſt ſtets parallel erhalten wird; ſo werden Sie zunächſt ſehen, daß, gleichwie in Einem Puncte der Kante (der Bahn) der Nord-, im diametral gegenüberliegenden Puncte der Südpol der Sonne zugekehrt iſt, und daß in den um 90^0 abſtehenden (oben, mit Verweiſung hierher, bezeichneten) Zwiſchenſtellen (des ♈ und der ♎) die, die Mittelpuncte der Sonne und Erde verbindende Gerade (der Sonnenſtrahl) auf der Axe (dem Stocke) ſenkrecht ſteht, und alſo, beidemal den Aequator beſchreibt, — womit alſo, erſtens, die obige, als Folge des „ſteten Parallelismus der Erdaxe“ angegebenen Haupt-Erſcheinungen nachgewieſen ſind.

Verbinden Sie dieſe ſo geneigte Axe (dieſen Stock) hierauf aber in Gedanken mit einer frei rotirenden und zugleich frei um den Tiſch dahin ſchwebenden Kugel; ſo werden Sie ſich, zweitens, leicht überzeugen, daß der Stock (die Axe) dabei die einmal erhaltene Neigung und Richtung, ſo lange keine fremde Kraft darauf einwirkt, nothwendig behalten (ſich ſelbſt parallel bleiben) muß, und daß die Erhaltung dieſes „Parallelismus“ alſo, weit entfernt die Folge einer neuen Kraftwirkung zu

ſchönen Erklärung, unſer Copernikus, ſelbſt dachte.

Daß, um nun weiter zu gehen, die nächſte Folge (dieſer Neigung und) dieſes ſteten Parallelismus der Erdaxe die für das Leben der Erde ſo nothwendige Abwechslung der Jahreszeiten ſey, habe ich in dieſem letzteren Artikel auseinandergeſetzt; auf das Detail aller der übrigen Folgen kann ich aber, bevorwortetermaßen, hier nicht weiter eingehen. Ihre nähere Betrachtung gehört vielmehr eigentlicher in das Gebiet der ſpeciellen Geographie; und ich verweiſe deßwegen auf die beſondern Lehrbücher derſelben, namentlich auf unſeres Bode „Anleitung zur Kenntniß der Erdkugel.“ Berlin. 1803. gr. 8., wo mir dieſes Detail S. 446. flgd. (mit einer in der Note bezeichneten Einſchränkung) recht gut auseinandergeſetzt ſcheint. Auch Lalande: „Astronomie.“ I. 543. behandelt die Materie mit gewohnter Klarheit; und ich führe aus ſeiner Darſtellung ſchließlich an, daß Er dieſe ſinnreiche Erklärung der Vorgänge durch die (beſtändige Neigung und) den Parallelismus der Erdaxe als diejenige *„explication“* bezeichnet, *„qui prouve le mieux le génie de Copernic!“*

Parallelkreiſe; Circuli paralleli; *Parallèles*. Mit dieſem Namen belegt man in der Aſtronomie und mathematiſchen Geographie Kreiſe, welche auf der (an der eingebildeten) Himmels- (Hohl-) und der Erdkugel mit dem Aequator parallel gezogen werden. Die „Parallelkreiſe“ der Himmelskugel heißen beſonders auch Tagkreiſe, und es wird von ihnen bei dieſem Worte gehandelt; hier haben wir es daher nur mit den Parallelkreiſen der Erdkugel zu thun.

Auf der Erdkugel aber kann natürlich durch jeden Punct (Ort) ihrer Oberfläche ein kleinerer Kreis mit dem Aequator parallel gezogen werden, welcher demnach den Abſtand vom letzteren (die geographiſche Breite) angibt; derſelbe heißt der „Parallelkreis“ oder das Parallel dieſes Ortes; und alle übrigen in demſelben belegenen Orte haben offenbar zugleich den nämlichen Abſtand vom Aequator oder die nämliche geographiſche Breite. Man ſagt dann, „dieſe Breite gehöre dem Parallelkreiſe zu,“ und nennt ihn den „Parallel von dieſer Breite.“ So liegt z. B. Leipzig unter (auf) dem „Parallel von 51° 19′ 41″ nördlicher Breite.“

Die Parallelkreiſe werden, wie alle Kreiſe, in Grade, Minuten, Secunden getheilt; weil ſie aber (vgl. Kreis, S. 971.) kleinere Kreiſe der Sphäre ſind, ſo fallen dieſe ihre Grade, linear genommen, begreiflich auch kleiner, als die Grade der „größten“ Kreiſe: des Aequators, Meridians, aus. Der Halbmeſſer eines jeden Parallels iſt, wie man ſich auch ohne beſondere Figur leicht verſinnlichet, = dem Coſinus der geographiſchen Breite (des Abſtandes vom Aequator) = dem Sinus des Polabſtandes dieſes Parallels; und da ſich die Kreiſe (Umkreiſe) verhalten wie die Halbmeſſer, ſo darf man alſo, um den (kleineren) Grad eines gewiſſen Parallels linear (in Meilen) zu erhalten (den Halbmeſſer des Aequators — der Erdkugel — = 1 ſetzend) nur den Grad des Aequators (15 geographiſche Meilen) mit dem Coſinus der geographiſchen Breite (dem Sinus des Polabſtandes) multipliciren. Demgemäß iſt z. B. der Grad des Parallels von 60° Breite (indem $\cos 60° = \sin 30° = 1/2$) $= 15 \cdot 1/2 =$ (vergl. unten) $7\,1/2$ geographiſche Meilen; der Grad des obigen Parallels von Leipzig ($\cos 51° 19' 41'' = 0{,}6248$) $= 15 \cdot 0{,}6248 = 9{,}373$ geographiſche Meilen u. ſ. w.

Die „Parallelkreiſe“ werden von allen Meridianen unter rechten Winkeln geſchnitten; ſie ſind alſo ihrerſeits auf denſelben (ihre Richtung iſt auf der Mittagslinie) ſenkrecht, und ſie geben

ſeyn, vielmehr, wie ich eben ferner im Texte ſage, „die Abweſenheit einer dritten (durch dieſe Kraft bewirkten) Bewegung anzeigt.“ — Was mehrere Auctoren, namentlich der verewigte Berliner Aſtronom Bode („Erläuterung der Sternkunde.“ 3te Aufl. Berlin. 1808. 2 B. gr. 8 II. 83.), dagegen einwenden, ſcheint mir ohne allen Grund; das hier vorgeſchlagene, überdieß ſo leicht anzuſtellende und zu wiederholende Verfahren macht den Vorgang, in der poſtulirten Weiſe, vollkommen anſchaulich.

demgemäß im Horizonte Oſten und Weſten an. Die z. B. öſtliche Entfernung eines Ortes von einem, mit ihm auf demſelben „Parallel“ belegenen, andern Orte wird ſolchergeſtalt zunächſt durch die zwiſchen den beiden Orten enthaltene Anzahl von Graden des Parallels und die den Graden dieſes Parallels zukommenden Meilen beſtimmt. Ich habe, wieder zum Beiſpiele, oben mit Verweiſung hierher gezeigt, daß der Grad des Parallels von 60° Breite 7½ Meile hält; liegen alſo zwei Orte auf dieſem Parallel 10° auseinander (liegt der eine von ihnen im Parallel 10° öſtlicher als der andere), ſo beträgt ihre gegenſeitige Entfernung im Parallel (10 . 7½ =) 75 Meilen. Dieß iſt aber nicht die geographiſche oder kürzeſte, ich möchte ſagen „Reiſe“-Entfernung der beiden Orte von einander; letztere kann vielmehr nur durch den, die beiden Orte verbindenden Bogen eines größten Kreiſes der Erdkugel, welcher ſich, wie wir gleich näher ſehen werden, immer kürzer als jener Bogen des Parallels ergibt, gemeſſen werden; und ich bitte, dieſen ſonſt, ſo viel ich weiß, noch nirgend behörig erörterten Umſtand wohl in das Auge zu faſſen. In der That, der Halbmeſſer des Parallels iſt nicht der Halbmeſſer der Kugel (des größten Kreiſes); in einem ſolchen Kugelhalbmeſſer befindet man ſich aber auf der Erde immer, und beſchreibt alſo von einem Orte zum andern (als „Reiſe-Entfernung,“ wie ich oben ſage) nicht den beide Orte verbindenden Bogen des (vorausgeſetztermaßen) nämlichen Parallels,* ſondern des größten Kreiſes. Bei kleineren Entfernungen iſt der Unterſchied nicht bedeutend: wir haben z. B. eben geſehen, daß die lineare Entfernung zweier, im Parallel von 60° Breite oder 30° Polabſtand um 10° von einander abliegender Orte linear in dieſem Parallel 75 Meilen beträgt; will man die entſprechende Entfernung aber in dem, die beiden Orte verbindenden Bogen des größten Kreiſes haben, ſo hat man in einem ſphäriſchen Triangel, in welchem der Winkel am Pole demnach 10°, und jeder der beiden Schenkel (die obigen) 30° hält, die dritte Seite zu ſuchen, welche ich = 4° 59′ 43″, oder linear = 74,92, alſo von den vorigen 75 nur um 0,08 Meilen verſchieden (kürzer) finde. Für größere Entfernungen wird der Unterſchied jedoch bedeutend,* worüber man ein inſtructives Detail in Bode's erſt kurz vorher citirten „Anleitung zur Kenntniß der Erdkugel.“ S. 363 flgd. antrifft, auf welches ich indeß nicht weiter eingehe, da die ganze Unterſuchung doch nur als ſpeculativ erſcheint, und es mir lediglich um Darſtellung des ſonſt, wie geſagt, nicht behörig aufgeklärten Princips zu thun war.

Auf Landcharten (vergl. d. A.) findet man die Grade dieſer „Parallelkreiſe“ oft als Grade der Länge bezeichnet, welches auch in ſofern ganz zuläßig iſt, als ſich der Längen-Unterſchied zweier

* Letzteres wäre nur im Aequator ſelbſt, als größtem Parallel und „größtem Kreiſe“ zugleich, der Fall; — ich habe übrigens auf dieſen, wie geſagt, noch in keinem andern Werke behörig hervorgehobenen Umſtand ſchon im Art. Landcharte, S. 39 mit Verweiſung wegen des Weiteren hierher, beſonders aufmerkſam gemacht.

* Am größten wird dieſer Unterſchied, wie ich noch anführen will, da, wo der betreffende Bogen des größten Kreiſes perpendicular auf dem Parallel ſteht, welcher Fall für Nebenwohner (ſ. d. Artikel) eintritt. „Nebenwohner“ auf dem Parallel von 60° Breite z. B., liegen auseinander um (180 . 7½ =) . . . . 1350 Meilen;
der ſie verbindende Bogen des größten Kreiſes (hier Meridians) aber faßt 60°, alſo (60 . 15 =) . . . . . 900 —,
ſo daß der Unterſchied, um welchen der Meridianbogen kürzer iſt . . 450 Meilen
austrägt. — Man wird mir freilich einwenden, daß ich jene kürzeſte Entfernung nicht wie oben, „Reiſe-Entfernung“ nennen dürfe, da Niemand, wie hier doch gefordert wird, im Meridian über den Pol reiſen könne; ich bezeichne die Unterſuchung aber deßwegen auch im Texte als bloß „ſpeculativ.“

Orte, welcher (vergl. Länge, geographiſche, s. i.) zwar eigentlich durch den zwiſchen den Meridianen* der beiden Orte enthaltenen Bogen des Aequators ſelbſt angegeben werden ſoll, doch eben ſowohl mittelſt des ähnlichen, zwar linear kleinern, aber gleich viel Grade enthaltenden Bogens des entſprechenden Parallels ausgedrückt findet.

Endlich iſt noch zu bemerken, daß die, nur durch dieſe beſonderen Namen ausgezeichneten Polarkreiſe und Wendekreiſe (vergl. beide Art.) nicht weniger „Parallelkreiſe," jene von der Breite der 66½°, dieſe der 23½° ſind, gleichwie ich den Aequator ſelbſt oben als den „größten Parallelkreis" bezeichnet habe.

Parallelogramm der Kräfte, ſ. Zerlegung der Kräfte und Bewegungen, wo ich erſt die ganze Fruchtbarkeit dieſes Satzes, daß eine gegebene Kraft, welche man als Diagonale eines „Parallelogramms" (daher der Name) betrachtet, in zwei, die Seiten dieſes nämlichen Parallelogramms bildende andere Kräfte zerlegbar iſt — auch in der aſtronomiſchen Anwendung, beſonders auf die Lehre von den Perturbationen (ſ. d. A.), behörig darthun kann.

Parallelſtrahlen; Radii paralleli; *Rayons parallèles*. Lichtſtrahlen, auch Geſichtslinien (Viſionsradien), welche mit einander parallel laufen, oder wenigſtens keine merkliche Divergenz zeigen.

In den optiſchen Wiſſenſchaften, namentlich in der Lehre von den Fernröhren (ſ. d. Art. beſonders gleich S. 438), iſt zunächſt oft die Rede von „Parallelſtrahlen," welche aus Einerlei leuchtendem Puncte, z. B. einem Puncte der Sonne, kommen. Im ſtrengſten Sinne kann es dergleichen freilich nicht geben, weil gerade Linien, wie ſich uns die Lichtſtrahlen darſtellen, aus Einem und demſelben Puncte entweder zuſammenfallen oder divergiren müſſen. Findet ſich jedoch ihre Divergenz gering, iſt der Winkel, unter dem ſie vom leuchtenden Puncte ausgehen, wegen des Verhältniſſes der Entfernung dieſes Punctes zu dem Raume, auf welchen die Lichtſtrahlen auffallen, hinreichend gering: ſo können ſie als parallel angeſehen werden. Wir wollen von der gewöhnlichen (vgl. die folgende Anmerkung), vielleicht noch zu engen Annahme ausgehen, daß ein Winkel von 1 Secunde allezeit ganz unmerklich ſey (daß Lichtſtrahlen, welche unter einem Winkel von 1″ von einem leuchtenden Puncte ausgehen, oder daß ferner [zwei verſchiedene] Geſichtslinien nach einem Puncte, welche an demſelben einen Winkel von nur 1″ einſchließen, keine Divergenz wahrnehmen laſſen, alſo als parallel zu betrachten ſind), und demnach den Winkel S (Figur 7. der Tafel X.) = 1″ ſetzen, ſo hat man in dem (alſo anzuſehenden und auch ſo gezeichneten) rechtwinkligen Triangel SAB, r : sin 1″ = SB : AB, oder, den Radius auch in Secunden (206264; vergl. Kreis, S. 971.) ausdrückend*:

$$206264 : 1 = SB : AB,$$

welches alſo lehrt, daß, wenn die Entfernung SB eines leuchtenden Punctes den Raum AB, auf welchen die aus ihr kommenden Lichtſtrahlen auffallen (aus welchem Geſichtslinien nach dem leuchtenden Puncte gehen), 206264 Mal übertrifft, dieſe Strahlen als „Parallelſtrahlen" (dieſe Geſichtslinien als parallel) anzunehmen ſind. Die Sonne iſt z. B. 20000000 Meilen von uns entfernt; und da nahe 100 : 20000000 = 1 : 206264, ſo folgt, daß die aus einem Puncte der Sonne auf eine Dimenſion von 100 Meilen auf der Erdfläche auffallenden Strahlen als „Parallelſtrahlen" (daß Geſichtslinien

* Ich möchte hier gern „geographiſche Breitenkreiſe" ſagen.

* Dieß heißt, um es auf dieſe Veranlaſſung in das Gedächtniß der Leſer zurückzurufen: der Sinus eines kleinen Winkels, z. B. ſelbſt noch von einem ganzen Grade (sin 1° = 0,0175) verhält ſich zum Radius (1), wie die Secundenzahl Eines Grades (3600) zum Radius in Secunden ausgedrückt (206264):

$$\frac{1}{0,0175} = \frac{206264}{3600} = 57$$ (ich laſſe die mehreren Decimalen weg).

aus den Endpuncten einer 100 Meilen langen Standlinie auf der Erdfläche nach dem Mittelpuncte der Sonne als parallel*) anzuſehen ſind.

Man überzeugt ſich hieraus, daß, wenn der Durchmeſſer (AB) der Oeffnung unſeres Augenſterns auch Einen vollen Zoll betrüge, doch die Entfernung (SA) eines leuchtenden Punctes vom Auge nur 206264 Zoll groß ſeyn dürfte, damit die von dieſem Puncte (dann alſo unter einem Winkel von nur 1″ divergirend) ausgehenden Lichtſtrahlen von uns als „Parallelſtrahlen“ empfunden würden; und man kann ſonach beurtheilen, wie viel mehr dieß, unſerer in Fernrohr (l. c.) aufgeſtellten Behauptung gemäß, mit der hundert Mal ſo viel Meilen entfernten Sonne der Fall ſeyn muß; — gleichwie (ſ. die voraufgehende Anmerkung) dadurch, umgekehrt, beſtätiget wird, daß (vergl. Finſterniſſe, S. 479) alle, von der ganzen, der Sonne eben zugewendeten Erdhalbkugel nach ihrem Mittelpuncte gedachten Geſichtslinien ohne merklichen Fehler als parallel anzunehmen ſind. — Mit der beſondern Hervorhebung dieſer beiden Umſtände, als worauf es beim gegenwärtigen Vortrage eigentlich ankommt, beſchließe ich den Artikel.

Paraſelenen, ſ. Nebenmonde.

Parhelien, ſ. Nebenſonnen.

Paſſage-Inſtrument, Durchgangs-Inſtrument, Mittagsfernrohr**; **Instrumentum transitus, Tubus meridianus**; *Instrument des passages.* Ein Fernrohr, welches beweglich in der Ebene des Meridians aufgeſtellt iſt und ſolchergeſtalt dient, die „Durchgänge“ (daher der Name) der Geſtirne durch den Meridian, mithin die Zeit der Culmination (vergl. d. A. S. 210.) zu beobachten; mit andern Worten: Ein Mittags-Fernrohr heißt ein Fernrohr, welches ſich um eine perpendicular auf der Mittagsfläche befeſtigte Axe ſo drehen läßt, daß es die ganze Mittagsfläche durchläuft, und alſo alle Geſtirne im Augenblicke ihrer Culmination beobachten läßt. Die Beſtimmung des Durchgangs-Augenblickes iſt alſo eigentlich die alleinige Forderung an das „Paſſage-Inſtrument“: die Höhe (Mittagshöhe, ſ. d. Art.), in welcher dieſer Durchgang erfolgt, braucht es nicht gleichzeitig anzugeben; dieſe gleichzeitige doppelte genaueſte Ermittlung ſoll vielmehr durch den Meridiankreis (vergl. auch dieſen Art.) bewirkt werden; indeß verſieht man das „Mittags-Fernrohr“ doch wohl mit einem, wenigſtens beiläufig getheilten (und, wie ſich hiernach von ſelbſt verſteht, auch in der Mittagsfläche aufgeſtellten) ganzen Kreiſe, um das Fernrohr ungefähr in die Lage der erwarteten Durchgangshöhe des betreffenden Geſtirns bringen zu können. In dieſer Geſtalt würde ſich alſo das „Mittags-Fernrohr,“ bevorworteter maßen, vom „Paſſagen-Inſtrumente,“ wie wir letzteres eben nur definirt haben, unterſcheiden; der heutige aſtronomiſche Sprachgebrauch beachtet aber dieſen Unterſchied nicht weiter, und nennt das in angegebener Art drehbare und mit dem Kreiſe verſehene Fernrohr eben ſowohl ein „Paſſage-Inſtrument,“ als ein „Mittagsrohr“ (Mittagsfernrohr), behandelt alſo beide Ausdrücke als gleichbedeutend.

Der Erfinder dieſes in der Aſtronomie ſo wichtig gewordenen und nur erſt neuerdings durch den noch vollkommneren „Meridiankreis“ hier und da wieder ver-

* Oder vielmehr dort einen Winkel von nicht mehr als 1 Secunde einſchließen, welches vortrefflich zu der, im betreffenden Artikel nachgewieſenen Größe der „Horizontal-Parallaxe“ der Sonne paßt, die wir daſelbſt (Halbmeſſer der Erde = 860 Meilen = 8½ Mal der obigen Entfernung, auch nur 8½ Mal ſo groß, nämlich) = 8,5 Secunden gefunden haben. — Ich darf übrigens (vergl. oben), des Folgenden wegen, nochmals darauf aufmerkſam machen, daß auch ein Winkel von mehreren Secunden in der Empfindung der Lichtſtrahlen durch unſer Auge als Parallelſtrahlen keine merkliche Veränderung hervorbringt.

** Ueber den Unterſchied, welchen eine ſtrengere Terminologie gleichwohl noch zwiſchen „Paſſage-Inſtrument“ und „Mittagsfernrohr“ macht, vergl. man letzteren beſondern Artikel, gleichwie hinten.

drängten Inſtrumentes iſt, wie ich gleich mit bemerke, der uns vorläufig ſchon aus dem Art. **Lichtgleichung**, S. 48, bekannt gewordene, berühmte Däniſche Aſtronom **Olaus Römer**,* welcher daſſelbe zuerſt auf der von ihm erbauten Sternwarte zu Kopenhagen in Anwendung brachte; — und ich laſſe hier eine Beſchreibung deſſelben nach der Einrichtung, wie man es noch jetzt **gewöhnlich**** auf den Sternwarten antrifft, folgen.

Eine horizontale Axe AB (Figur 1. der Tafel XI.) von Metall liegt mit ihren beiden äußerſten cylindriſchen Enden A, B, um die ſich dieſe Axe drehen läßt, in ſoliden Pfeilern P, Q von Stein, und durch die Mitte M dieſer Drehungsaxe geht das Fernrohr CD in einer auf die Axe ſenkrechten Stellung. Wird daher die Rotationsaxe AB genau in den Horizont und in die Richtung von Oſt nach Weſt gebracht, ſo liegt das Fernrohr in der Richtung von Süd nach Nord, und geht, wenn es um die Axe AB gedreht wird, in der Ebene des Meridians auf und nieder, ſo daß man alſo nur die Durchgänge der (hohen und niedern) Sterne durch dieſes Fernrohr an einer Uhr beobachten darf, um ſofort auch die Uhrzeiten des Durchgangs dieſer Sterne durch den Meridian, d. h. um die Uhrzeiten ihrer Culminationen zu erhalten.

Man ſieht ſchon aus dem erſten Anblicke des Inſtruments, daß es, wenn es anders mit einiger Vorſicht gebaut und aufgeſtellt iſt, eine viel größere Stetigkeit und Sicherheit gewährt, als man von einem Quadranten je erwarten kann.

Um das Fernrohr auf die ſchon ſonſt bekannte mittägliche Höhe des Sterns, der eben durch den Meridian gehen ſoll, zu ſtellen, iſt an dem einen Ende A der Drehungsaxe ein Halbkreis mon angebracht, der in einer auf dieſe Axe ſenkrechten Lage an dem Pfeiler P befeſtiget iſt. Concentriſch mit ihm iſt ein Zeiger oder eine Alhidade Ao, dem Fernrohre CD parallel, an dem Ende A der Axe angebracht. Dieſe an ihrem Ende o mit einem feinen Striche verſehene Alhidade Ao bewegt ſich alſo ſammt dem Fernrohre um die Axe AB, und zeigt durch ihren Strich an dem Kreiſe mn die Höhe des zu beobachtenden Geſtirns bloß in ganzen Minuten an, da dieß hinreicht, das Geſtirn in das Feld des Fernrohrs zu bringen.

Die beiden Enden A und B der Axe liegen jede auf einer doppelten, ſtarken Metallplatte auf, die in der Zeichnung durch Vierecke angezeigt ſind. Der eine Theil jeder Platte iſt an dem Pfeiler feſt, und der andere, der eigentlich die Axen-Enden A und B trägt, läßt ſich durch Schrauben an dem erſten hin und wieder bewegen, und zwar der eine bei A ſenkrecht auf und ab, und der andere bei B horizontal vor- und rückwärts. Die letzte ſetzt uns demnach in den Stand, die Drehungsaxe genau in die Richtung von Oſt nach Weſt, d. h. das auf die Axe ſenkrechte Fernrohr genau in die Ebene des Meridians zu bringen, und

* **Römer**, Olaus, geb. 1644 zu Aarhus, ſtudierte zu Kopenhagen, ging, getrieben von angeborner Liebe zur Aſtronomie, 1671 nach Paris, wo Er mit dem älteren Caſſini in enge Verbindung trat, wurde Mitglied der dortigen Akademie, und folgte 1681 dem Rückrufe als Königlicher Aſtronom nach Kopenhagen. Er wurde 1706 zum däniſchen Staatsrathe erheben, und ſtarb 1710. — Römer war ein vortrefflicher Beobachter. Er entdeckte (vergl. d. oben citirten Art. **Lichtgleichung**) die ſucceſſive Fortpflanzung des Lichtes, und bereicherte die praktiſche Aſtronomie namentlich durch das hier in Rede ſtehende „**Paſſagen-Inſtrument.**" — Ausführlichere biograph. Notizen über ihn, in dem vom Engliſchen Aſtronomen **Horrebow** 1725 zu London herausgegebenen „**Basis Astronomiae,**" welches Werk zugleich eine ausführliche Beſchreibung von **Römer's** Sternwarte enthält.

** „Gewöhnlich;" — für die neue Kaiſerlich Ruſſiſche Sternwarte zu **Pulkowa** nämlich haben die berühmten Mechaniker, Gebrüder **Repſold** zu Hamburg, ein „**Paſſage-Inſtrument**" angefertiget, welches ſich, wenn auch die leitende Idee natürlich die nämliche geblieben iſt, doch in einigem Detail von der „gewöhnlichen" Einrichtung unterſcheidet, und von welchem **Schumacher's** „Aſtronomiſche Nachrichten," Nr. 468 flgd. eine ausführliche Beſchreibung mit Zeichnungen geben.

die erſte dient dazu, das eine Ende A der Axe ſo lange zu erhöhen oder zu erniedrigen, bis dieſe Axe AB ſelbſt genau horizontal iſt, was man mit Hülfe einer Waſſerwage erkennt, die man mit ihren Haken an die beiden cylindriſchen Enden A und B der Axe aufſtellt oder anhängt.

Um für nächtliche Beobachtungen das Innere des Fernrohrs zu beleuchten, dient eine an der äußern Seite des Pfeilers angebrachte Lampe p, die ihr Licht durch den in der Richtung pB durchbohrten Pfeiler und durch die ebenfalls hohle Drehungsaxe BM auf einen kleinen Spiegel wirft, der im Innern des Fernrohrs bei M unter einer gegen BM ſchiefen Stellung aufgeſtellt iſt, ſo daß er das von der Lampe empfangene Licht gegen das Ocular C des Fernrohrs reflectirt.

Der nächſte Zweck dieſes ſchönen Inſtruments ſodann iſt, wie geſagt, die Angabe des genaueſten Culminations-Momentes eines Geſtirns, woraus durch Beziehung auf die Zeit, welche zwiſchen dieſer und der Culmination eines Fixſterns von ſchon ſtreng bekannter Rectaſcenſion (vgl. *Fundamentalſterne*) verſtreicht, auch die verlangte *Rectaſcenſion des betreffenden Geſtirns* ſelbſt gefunden wird. Wir wiſſen, daß auf 15° Rectaſcenſion 1 Stunde Sternzeit kömmt; hätte alſo ein „*Fundamentalſtern*" (wir wollen ihn *voraufgehend* annehmen), der Angabe des Paſſage-Inſtruments gemäß, culminirt, als die Sternuhr z. B. eben 1 Uhr zeigte, und träte die Culmination des Geſtirns dagegen um 2 Uhr ein (erſchiene das Geſtirn [ſein Mittelpunct] gerade um 2 Uhr in der optiſchen Axe des Fernrohrs unſeres Paſſage-Inſtruments), ſo wäre *ſeine* Rectaſcenſion 15° *größer* (daſſelbe *folgte* um ſo viel), als die (vorausgeſetztermaßen, *bekannte*) Rectaſcenſion des „Fundamentalſterns" (und wäre alſo damit auch bekannt).

Gleichergeſtalt läßt ſich, wie man nun gleich einſieht, durch das „*Paſſage-Inſtrument*" der *Gang der Uhr* prüfen; denn wenn dieſelbe, nach Maßgabe der Rectaſcenſion eines „Fundamentalſterns," im Augenblicke ſeiner Culmination z. B. gerade 1 Uhr zeigen ſoll, und dagegen, indem dieſe Culmination nach dem Inſtrumente eintritt, vielmehr ſchon $1^h\ 0'\ 4''$ angibt, ſo geht ſie um $4''$ vor und kann danach regulirt werden.

In ein weiteres Detail über dieſen Gegenſtand und über complicirtere Anwendungen des Inſtruments habe ich *hier* nicht einzugehen; Leſer, welche ſich durch *meine* Darſtellung nicht befriediget finden, muß ich ſchließlich nochmals auf die vorn citirte Beſchreibung des vortrefflichen Pulkowaer „*Paſſage-Inſtruments*" verweiſen.

Paſſatwinde; (*einen lateiniſchen* Ausdruck kenne ich nicht; der gewöhnlich dafür angewendete „Venti anniversarii" bezieht ſich eigentlicher auf die mit dem Namen *Muſſons** bezeichneten Winde, derentwegen ich vorn hierher verwieſen habe, und auf welche ich gleich komme; der *Engländer* braucht, wie ich noch bemerken will, den Ausdruck „*Trade-Winds*" zuweilen uneingeſchränkt von den Paſſatwinden *und* Muſſons, zuweilen nur von den erſteren, denen er dann ſeine „*Monsoons*" entgegenſetzt); *Vents alisés*. Auf dem Weltmeere wehet zwiſchen den Wendekreiſen und noch einige Grad darüber hinaus ein *beſtändiger Oſtwind*, welcher den Seefahrern ſo bekannt iſt, daß ſie, um z. B. von Europa nach Amerika zu kommen, alſo um die ſtete Richtung Oſten — Weſten zu erlangen, erſt in ſeine Region hinaufſchiffen und dann, ſich ihm überlaſſend, den Atlantiſchen Ocean in gerader Linie durchſchneiden; dieſer Wind führt den obigen Namen des „*Paſſatwindes*;**

* Ich mache bei dieſer Veranlaſſung darauf aufmerkſam, daß die Ausdrücke: „*Paſſatwinde*" und „Muſſons" in vielen Lehrbüchern, und namentlich auch von *Gehler* (in ſeinem oft citirten „Phyſikaliſchen Wörterbuch") verwechſelt werden. Die Art, wie ich oben die „Paſſatwinde" den „Muſſons" entgegenſetze, iſt aber (vergl. *Kämtz* [des Halle'ſchen Naturforſchers] „Meteorologie." Halle. 1831. 2 B. gr. 8. I. 167.) die richtige; und man muß ſich alſo von dem ſonſt ſo exakten *Gehler* dießmal nicht irre machen laſſen.

** Rückſichtlich der *Etymologie* finde ich, mit Bezug auf den angeführten Umſtand, in meinen Collectaneen ohne weitere

und ich muß, da ſeine Entſtehung, wie wir gleich näher ſehen werden, *aſtronomiſcher* Natur iſt, hier davon handeln.

Die Urſache dieſes, alſo der äquatorealen Zone eigenthümlichen, beſtändigen Oſt- („Paſſat“-) Windes iſt nämlich nach der ſchönen Erklärung, welche der uns vielfach bekannt gewordene Engliſche Aſtronom *Halley*, Zeitgenoß und Freund Newtons („An historical account of the trade winds“ in Philos. Transact. No. 183.), davon gibt, in der vereinigten Wirkung der Wärme der dieſe Zone nie verlaſſenden Sonne, und der in der Richtung von Weſten gegen Oſten vor ſich gehenden Axendrehung der Erde zu ſuchen. Die ſtärkere Erwärmung der Luft zwiſchen den Wendekreiſen veranlaßt ein beſtändiges Zuſtrömen kälterer Luft aus den Polargegenden, alſo von Puncten, welche bei der rotatoriſchen Bewegung der Erdkugel eine mindere Schwung-Geſchwindigkeit angenommen haben, als die äquatoreale Zone beſitzt. Bei der Ankunft in der letzteren bringt die herzuſtrömende Luftcolonne die ihr beiwohnende *mindere* Geſchwindigkeit mit ſich, dergeſtalt, daß das mit der rotirenden Erdkugel gegen Oſten fortgeführte Schiff ſich gleichſam an dieſe weniger geſchwinde Luft (vergl. d. Anmerk.) *ſtößt*, oder, weil die erſtere Bewegung vom Schiffer nicht verſpürt wird, einen von *Oſten* her wehenden Wind erfährt.* Dieſe, als beſonders auf die Axendrehung der Erde bezügliche, alſo allerdings *aſtronomiſche* Erklärung, wiewohl ſie freilich etwas gekünſtelt ſcheint, iſt jedoch, ſeit *Halley* (vergl. oben), noch von allen Naturforſchern, ja, wie man aus der Anmerkung ſieht, ſelbſt der neueſten Zeit admittirt worden, und ich habe hinſichtlich der *Paſſatwinde* nichts Befriedigenderes zu citiren.

Unter *Muſſons** (Venti anniversarii; *Moussons*), zu welchen ich, bevorwortetermaßen, nun übergehe, verſteht man dagegen, und im Gegenſatze der alſo *ſtets* in der angegebenen *nämlichen* Richtung wehenden *Paſſatwinden*, ſolche Winde, welche zwar auch regelmäßig, aber nur eine gewiſſe ganze Zeit des *Jahres* hindurch nach einer *beſtimmten* Richtung, in der entgegengeſetzten Jahreszeit aber vielmehr nach der *entgegengeſetzten* Richtung wehen, und welche, ſtatt wie die Paſſatwinde dem *Oceane*, nur verſchiedenen Gegenden des Indiſchen Meeres eigen ſind. Zwiſchen Madagascar und den Afrikaniſchen Küſten z. B. wehet vom October bis zum Mai ein ſteter *Südoſtwind*, im übrigen Theile des Jahres dagegen ein eben ſo ſteter *Weſtwind*; im Bengaliſchen Meerbuſen herrſcht vom April bis zum October der *Südweſt*-, die andern Monate hindurch der *Nordoſtwind* u. ſ. w. — So beſtimmt, wie vom „Paſſat,“ läßt ſich eine allgemeine Urſache dieſer launenhafteren „Muſſons“ nicht angeben; da ſie aber nach den *Jahreszeiten* abwechſeln, ſo ſieht man doch wenigſtens im Allgemeinen ein, daß die Verſchiedenheit des Sonnenſtandes die Hauptveranlaſſung abgibt. Zu weiteren

Quellen-Angabe bemerkt, „daß der „*Paſſat*“wind *wahrſcheinlich* ſo heiße, weil man erſt die Ankunft in ſeine Region bewirken müſſe, um mit ſeiner Hülfe ſodann den Ocean in der angegebenen Art „*paſſiren*“ zu können.“

* Sehr ſchön, nach Halley's (vergl. oben) Vorgange, bei *Biot* (dem bekannten Franzöſiſchen Naturforſcher): „Précis de Physique.“ Paris. 1817. 2 B. gr. 8. II. 572. „Les vents alisés sont une conséquence mécanique de la constante présence du Soleil dans les régions équatoriales. Cet astre échauffant les couches d'air de la Zone torride, les dilate; et par compensation les couches d'air froid des poles doivent affluer vers l'équateur. Mais en venont de là, celles-ci n'apportent qu'une vitesse extrêmement petite de rotation et qui est celle du parallèle qu'elles abandonnent; — et par conséquent lorsqu'un vaisseau, tournant avec la terre de l'ouest à l'est, les rencontre, elles doivent le (wie ich oben, mit Verweiſung hierher, ſage) *choquer* en *sens contraire,* c. à d. de *l'est à l'ouest* avec tout ce qui leur manque de vitesse.“

* Das Wort kommt (*Kämtz*, l. c.) vom Malayiſchen „Mussin,“ welches *Jahreszeit* bedeutet.

Unterſuchungen darüber habe ich aber hier auch keine Veranlaſſung, da dieſelben vielmehr in die ſpecielle (phyſiſche) Geographie und irdiſche Meteorologie gehören. Leſer, welche den Gegenſtand verfolgen wollen, verweiſe ich beſonders auf die oben angeführte „Meteorologie“ von Kämtz, und auf den vom Heidelberger Naturforſcher Muncke für die viel citirte neue Ausgabe von Gehler's „Phyſikal. Wörterb.“ beſorgten, ſehr ausführlichen und gründlichen Artikel Wind. Dieſer letztere Artikel wird mich übrigens, da die „Winde“ nicht auf den Planeten Erde eingeſchränkt, ſondern (vergl. namentlich Jupiter, Mars) gleich ſehr auch auf den andern Planeten herrſchend ſind, unter dieſem allgemeineren aſtronomiſchen Geſichtspuncte ſelbſt nochmals auf den Gegenſtand zurückführen.

Pendel, Pendul; Pendulum, Fune pendulum; *Pendule.* Wenn ein ſchwerer Körper M (Tafel XI. Fig. 2.) vermittelſt eines Fadens oder einer geradlinigen Stange CM von dem unbeweglichen Puncte C herabhängt, ſo wird er natürlich ruhig hangen, ſo lange der Faden in der verticalen Lage CA bleibt. Bringt man den Körper aber z. B. in die Lage CM, ſo zieht ihn die Schwere (Schwere der Erdkörper, als die — vgl. unten — dabei thätige Kraft) nach MF (parallel CA), indeß ihn der Faden (die Widerſtandskraft deſſelben) in der Richtung CM zurückhält. Da beide Kräfte hier einander nicht gerade entgegengeſetzt ſind, ſo erfolgt Bewegung, und zwar, weil M an ſeinem Faden ſich nicht anders als im Kreiſe um C bewegen kann, im Bogen MA. Der Körper langt alſo in A mit einer Geſchwindigkeit an, die ihn weiter durch den Bogen AN fortführt, bis er ſich in N wieder in einer gleichen Höhe mit M, d. h. in der horizontalen Sehne MN findet. Hier iſt die Geſchwindigkeit, die ihm der Fall* durch MA mitgetheilt hatte, vermittelſt der Gegenwirkung der Schwere wieder vernichtet; der Körper muß von N nach A zurückfallen, und daſelbſt aus eben den Gründen neuerdings bis M aufſteigen u. ſ. w.; auch wird er dieſe Bewegung von M nach N und umgekehrt unaufhörlich fortſetzen, ſo lange nicht fremdartige Einflüſſe (Widerſtand der Luft, Reibung u. ſ. w., wie ich anticipirend gleich hervorhebe) hindernd darauf einwirken. Dieſe Bewegung heißt die Schwungbewegung (Motus oscillatorius; *Mouvement oscillatoire*); ein Hingang durch MAN und ein Rückgang durch NAM zuſammen* ein Schwung (Oscillatio; *Oscillation*); der feſte Punct C der Aufhängungspunct (Punctum s. Centrum suspensionis; *Centre de suspension*); und der Faden (die Stange) CM mit dem Körper M ſelbſt ein Pendel. — Wegen der außerordentlichen Wichtigkeit des „Pendels,“ ſowohl bei manchen theoretiſchen Unterſuchungen der Aſtronomie, welche wir ſpäter vornehmen werden, als bei der praktiſchen Anwendung zur Conſtruction der aſtronomiſchen Uhren (vergl. den beſondern Art. und hinten) muß ich die Lehre vom „Pendel“ mit aller derjenigen Ausführlichkeit abhandeln, welche die Grenzen meines Werkes irgend zulaſſen.

Man bemerke alſo zuerſt noch, daß, wenn der Faden (die Stange) CM als eine Linie ohne alle Schwere, das ganze Gewicht des Körpers M** aber als in ſeinem Mittelpuncte (Schwerpuncte) concentrirt angenommen werden darf, CM ein*** einfaches oder mathemati-

* Vergl. d. Art. Fall der Körper. Auf eine beſondere Demonſtration der hier poſtulirten Sätze laſſe ich mich auch weiter nicht ein; ſie erhellen bei Bezug auf dieſen Artikel am beſten durch bloßes Nachdenken.

* Ich bemerke, um einer Irrung vorzubeugen, ebenfalls anticipirend, daß nachher beim Secunden-Pendel (in der Praxis, wogegen hier nur noch von der Theorie die Rede iſt) ein bloßer Hingang oder bloßer Rückgang, wie ihn die Pendeluhr hören läßt, ein „Schwung“ (oder „halber Schwung“) genannt wird (vergl. unten).

** Oder aber (vergl. das gleich Folgende) nicht bloß des Körpers, ſondern, wofern der Stange ebenfalls Schwere beigelegt wird, auch das Gewicht dieſer Stange.

*** Sprachliche Bemerk. „Pendel“ iſt ſächlich: das Pendel. Man findet zwar

ſches Pendel (Pendulum simplex; *Pendule simple*) heißt; da dieſe Annahme in aller Strenge jedoch weder vom Faden (der Stange) CM, noch vom Körper M gilt, ſo zeigt uns die Wirklichkeit nur das zuſammengeſetzte oder phyſiſche Pendel. In jedem ſolchen „zuſammengeſetzten Pendel“ (in ſeinem Faden oder ſeiner Stange) gibt es indeß einen Punct, in welchem (vergl. die voraufgehende Anmerk.) die ganze Maſſe vereiniget nach eben den Geſetzen ſchwingen würde, nach welchen auch das zuſammengeſetzte Pendel ſelbſt wirklich ſchwingt,* daher alſo (ſ. die verdeutlichende Anmerk.) jedes zuſammengeſetzte Pendel als ein einfaches betrachtet werden kann, deſſen Länge vom Aufhängungspuncte bis zum gedachten Puncte (dem „Mittelpuncte des Schwunges“) reicht, wodurch ſich (wie die Vergleichung dieſer letzteren Art. am augenfälligſten zeigt und auch hinten noch näher erörtert werden wird) die ganze Pendeltheorie auf die Betrachtung einfacher Pendel zurückgeführt findet.

Ich werde das für unſere Abſicht Nöthige hiervon mit der bevorworteten Ausführlichkeit nunmehr in der Ordnung beibringen, daß ich zuerſt die Geſetze der Schwungbewegung oder des einfachen Pendels nebſt einer kurzen hiſtoriſchen Notiz von ihrer Erfindung und nächſten Ausbildung vortrage, ſodann zweitens, die Anwendung auf das Zeitmaß und auf die Beſtimmung der Schwere erläutere, daran ferner drittens einige Bemerkungen über die Hinderniſſe der Gleichförmigkeit der Schwungbewegung (über roſtförmige Pendel und Compenſation überhaupt) anreihe, und meinen Vortrag endlich viertens mit Nachrichten über einige neuere* Erweiterungen der Lehre von den Pendeln, ſo weit ſich dieſelben nicht paßlicher im früheren Vortrage gleich ſelbſt mit anbringen laſſen, beſchließe.

1) Geſetze der Pendel.

Die Bewegung der Pendel folgt den Geſetzen des Falles auf vorgeſchriebenen Wegen;** denn es iſt, wie ſchon das bloße Nachdenken ergibt, völlig einerlei, ob der Körper M in einem ausgehöhlten Canale (welchen man bei Entwicklung jener Geſetze als Beiſpiel anzuwenden pflegt) MAN durch die Feſtigkeit der Wände, oder ob derſelbe im Kreisbogen MAN durch die Feſtigkeit des Fadens CM erhalten wird.

Aus jenen Geſetzen folgt aber, daß die Geſchwindigkeit des auf vorgeſchriebenem Wege fallenden Körpers an jeder Wegſtelle derjenigen Geſchwindigkeit gleich iſt, welche der lothrechten Höhe ſeines Falles zugehört. Daher wird auch

(ſelbſt in unſerem Werke) zuweilen auch: der Pendel, aber ſchon das Lateiniſche Neutrum „pendulum“ ſtreitet dagegen — Im Franzöſiſchen heißt *le* pendule bekanntlich das Pendel, *la* pendule die Pendeluhr.

* Dieß heißt (vergl. Mittelpunct des Schwunges): Auf der Stange eines jeden wirklichen (phyſiſchen) Pendels (welches l. c. S. 136. immer länger als das zugehörige eingebildete [mathematiſche] ausfällt) gibt es einen Punct, in welchem man ſich nur das Gewicht des Körpers M (wir wollen denſelben, wieder anticipirend, gleich mit dem allen meinen Leſern aus ihrer Bekanntſchaft der Pendeluhren geläufigen Namen der „Linſe“ belegen) und der Stange CM vereiniget denken darf, um die, von C an gerechnete Länge des „mathematiſchen“ (eben die Vereinigung des ganzen Gewichts in Einem Puncte poſtulirenden) Pendels zu haben, welches wie das obige „phyſiſche“ ſchwingt.

* Ich habe nämlich angemeſſen gefunden, dieſe Materie zuerſt in derjenigen, von mir für vortrefflich erachteten, älteren Weiſe vorzutragen, in welcher ſie namentlich mein verewigter Lehrer Gehler zu behandeln pflegte; die „neueren Erweiterungen“ der Doctrin vom Pendel werden ſich nachher mit beſtändigem Bezuge auf eine ſo wohl gebauete Grundlage um ſo inſtructiver darſtellen laſſen.

* Ich habe im gedachten Art. sub initio die Gründe des Ausſchluſſes dieſer Betrachtung des „Falles auf vorgeſchriebenen Wegen,“ als nicht eigentlich aſtronomiſch, angegeben; und muß die Leſer alſo dieſerwegen wiederholentlich auf Ihre phyſikaliſchen Studien verweiſen.

beim Pendel, wo der Fall des Körpers alſo in dem vorgeſchriebenen Kreisbogen MAN Statt hat, die Geſchwindigkeit von M an jeder Stelle diejenige ſeyn, welche der, von der Sehne MN an gerechneten lothrechten Höhe dieſer Stelle entſpricht; in A z. B. (wie dieſe ſpecielle Beziehung den Satz am augenfälligſten erläutert) hat der Körper M ſo viel Geſchwindigkeit, als ihm der freie Fall durch GA geben könnte; in N iſt ſeine Geſchwindigkeit = 0, d. h. hier hört er auf, weiter fortzugehen u. ſ. w.

Ich muß ferner als bekannt vorausſetzen, daß die Zeit, binnen welcher der Körper M, ſolchergeſtalt fallend, den als ſehr klein angenommenen Bogen MA* eines Kreiſes vom Durchmeſſer a durchläuft, $= \frac{1}{4} \pi \sqrt{\frac{a}{g}}$ ** Secunden iſt (vergl. Kreis, S. 970), wo π das Ludolph'ſche Verhältniß (3,141) des Kreisumfanges zum Durchmeſſer (1), g aber (vgl. Fall, S. 415) die Galilei'ſche Zahl (den der erſten Secunde zugehörigen Fallraum von 15 Fuß) bedeutet; und daß ſich dieſe Zeit zur Zeit t des freien Falles durch den lothrechten Durchmeſſer a verhält, wie $\frac{1}{4} \pi : 1$ (oder faſt wie $\frac{3,141}{4} : 1 = 785 : 1000$), ſo daß man alſo (vergl. unten) hat

$$\frac{1}{4} \pi \sqrt{\frac{a}{g}} : t = \frac{1}{4} \pi : 1$$

(= 785 : 1000, nummeriſche Werthe, welche ich, da ſie in andern aſtronomiſchen Werken ohne weitere Erläuterung vorkommen, zur ſchnelleren Einſicht, mit dieſer Erläuterung hier gleich beifüge).

* Wohl zu merken, nur MA, nicht MAN; — wir werden gleich die Anwendung ſehen.

** In dieſem Ausdrucke kommt, welches befremden könnte, der beſtimmte Bogen nicht weiter vor, aber offenbar nur deßhalb nicht, weil überhaupt von jedwedem ſehr kleinen Bogen die Rede iſt. Auf „Secunden“ aber bezieht er ſich, weil, wie geſagt, g den freien Fall in der erſten „Secunde“ bedeutet.

Man nenne nun des Pendels CA (unſerer Figur 2. der Tafel XI.) Länge b, ſo gehört der Bogen MA einem Kreiſe von dieſem Halbmeſſer b, alſo vom Durchmeſſer 2b. Schwingt dieſes Pendel demnach in den (vorausgeſetzten) kleinen Bögen, ſo wird ſich die Dauer des Falles durch einen ſolchen kleinen Bogen (MA, wie ich ihn oben, mit Verweiſung hierher, hervorgehoben habe) zur Dauer des freien Falles durch 2b (doppelte Pendellänge), dem Vorſtehenden gemäß, verhalten $= \frac{1}{4} \pi : 1$; oder, da ein ganzer Schwung, bevorwortetermaßen, aus den vier gleichen Gängen durch MA = AN = NA = AM beſteht, ſo iſt

Zeit durch 4 MA (d. h. durch MAN hin und NAM zurück) : Zeit durch 2b = π : 1,

welche Proportion lehrt, daß ſich die Dauer $(4 \,.\, \frac{1}{4} \pi \sqrt{\frac{a}{g}} = \pi \sqrt{\frac{a}{g}})$ eines kleinen ganzen Schwunges zur Dauer des freien Falles durch die doppelte Länge des Pendels (2b) wie $\pi : 1$, oder wie der Umkreis zum Durchmeſſer verhält.

Ich muß aber, obwohl die Einſchränkung ſchon im Vortrage ſelbſt ſtets gemacht worden iſt, doch erſt nochmals beſonders bevorworten, daß hierbei nur „kleine“ (die Theorie ſpricht ſogar eigentlich nur von unendlich kleinen) Kreisbögen vorausgeſetzt werden; die Rechnung lehrt jedoch, daß die Anwendung ſelbſt auf Bögen von 1 bis 2 Graden keinen merklichen Fehler gibt, daher man den obigen ſchönen Satz ſogar noch für ſolche Bögen gelten laſſen kann.

Sollen ſich dagegen alle Schwünge, wie klein oder groß der Bogen MA auch immer ſeyn möge, doch ſtets von völlig gleicher Dauer finden, d. h. tavtochroniſch (oder iſochroniſch, vergl. d. A.) ſeyn, ſo müßte M nicht im Kreisbogen, ſondern vielmehr im Bogen der tavtochroniſchen Linie, d. i. der Cykloide*

* „Tavtochroniſche“ Linien (Linien von Einerlei Zeiten des Falles) heißen in der höheren Mechanik diejenigen Curven, in welchen ein Körper, von ei-

ſchwingen (fallen), eine Betrachtung, welche ich hier nicht ausſchließen darf, weil ich unten darauf zurückzukommen genöthigt bin. Wenn dieſe Curve durch den an einer geraden Linie hinrollenden Kreis vom Durchmeſſer $\frac{1}{4}$ a (oder $\frac{1}{2}$ b) beſchrieben wird, ſo fällt ein ſchwerer Körper durch jeden ihrer Bögen, alſo z. B. durch ein cykloidaliſch angenommenes MA, welche Größe dieſer cykloidaliſche Bogen auch haben möge, in derſelben, nämlich in der Zeit $\frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{4}a}{g}} = \frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$, die, wie man ſieht, der oben für den kleinen „Kreis“bogen (den Viertelſchwung) MA gefundenen Zeit gleich iſt. Man hat alſo (vergl. wieder oben) auch in der Cykloide

Zeit durch MA (wie groß dieß MA aber auch ſey) : Zeit (t) des Falles durch a $= \frac{1}{4}\pi : 1$,

oder $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}} : t = \frac{1}{4}\pi : 1$, woraus

$$\pi\sqrt{\frac{a}{g}} : t = \pi : 1$$

kommt, d. h. auch die ganzen* Schwünge in der Cykloide,** wie groß der beſchriebene cykloidaliſche Bogen immer ſeyn möge, dauern dennoch nur ſo lange, als kleine (ganze) Kreisſchwünge eines Pendels, deſſen Länge b der doppelte Durchmeſſer des Kreiſes wäre, welcher durch ſein Rollen die Cykloide beſchreibt.

Wir haben alſo ſowohl für den Kreis, als auch für die Cykloide die Dauer (t) eines ganzen (und zwar eines wie des andern***) Schwunges $= \pi\sqrt{\frac{a}{g}}$, oder, da a = 2b (= der doppelten Pendellänge) $= \pi\sqrt{\frac{2b}{g}}$ (und zwar, aus den oben angeführten Gründen, in Secunden) gefunden, jedoch mit dem Unterſchiede, daß dieſer Ausdruck hinſichtlich des Kreiſes nur für kleine, hinſichtlich der Cykloide aber uneingeſchränkt für kleinere und größere Bögen (Pendelſchwingungen) gilt; und dieß iſt der Punct, auf den ich unten eben zurückkomme. — Zunächſt knüpfe ich aber an jenen Satz erſt noch folgende wichtige

ner gegebenen Kraft getrieben, ſtets gleichviel Zeit gebraucht, um zu einer gegebenen Stelle (der Curve) zu gelangen, an welchem Puncte (der Curve) die Bewegung auch anfangen möge. Für Kräfte, die immer gleich ſtark und nach parallelen Richtungen wirken, wie z. B. die (bei der Pendelbewegung thätige) Schwere der Erdkörper, iſt die „Cykloide“ eine ſolche Curve: der fallende Körper erreicht ihren tiefſten Punct in gleich langer Zeit, er mag nun durch einen größeren oder kleineren cykloidaliſchen Bogen fallen (einen längeren oder kürzeren, cykloidaliſch geformten Canal durchlaufen). — Mehr als dieß und die oben vorkommenden Sätze gehört aus der gelehrten Theorie dieſer merkwürdigen Curve nicht hierher; die Art der Erzeugung derſelben durch einen, an einer geraden Linie hinrollenden Kreis (wie z. B. der Nagel eines Wagenrades eine „Cykloide“ in der Luft beſchreibt), worauf ich im Texte eben komme, muß ich bei den Leſern als bekannt vorausſetzen.

* $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$ drückte die Zeit des Schwunges durch MA (den Viertelſchwung) aus; alſo gibt $4 \cdot \frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}} = \pi\sqrt{\frac{a}{g}}$ die Zeit durch 4 MA, oder durch 2 MAN, d. h. durch MAN hin und NAM zurück, wie wir den „ganzen Schwung“ im Sinne der Theorie oben definirt haben.

** Für Leſer, welche ſich von cykloidaliſchen Schwüngen keinen Begriff machen könnten, anticipire ich aus dem Folgenden, daß dieſelben entſtehen würden, wenn ſich der Pendelfaden von einem cykloidaliſch geformten Bleche abwickelte.

*** Ich bitte dieß, hier darum wiederholentlich hervorgehobene „eines wie das andern“ wohl in das Auge zu faſſen: der „Iſochronismus“ der Pendelſchwingungen iſt, wie wir unten noch näher ſehen werden, die Seele aller praktiſchen Pendel-Anwendung.

allgemeine Betrachtungen, welche die Corollarien unſerer Entwicklung abgeben.

Im obigen Ausdrucke kommt nämlich, wie man ſieht, außer den Conſtanten π und g (der Ludolph'ſchen und Galilei'ſchen Zahl) nur die Länge des Pendels, durchaus aber nichts vor, was von der Maſſe, von dem (mehreren oder minderen) Gewichte* des Körpers M (der Linſe, wie wir oben anticipirend geſagt haben) abhinge; und es iſt alſo hierbei von dieſem mehreren oder minderen Gewichte durchaus nicht die Rede: Pendel von gleicher Länge vollbringen ihre Schwingungen in gleichen Zeiten, wenn auch die Gewichte (der Stangen oder der daran hangenden M) ungleich ſind.** Die phyſiſche Urſache hiervon iſt, wie beim freien Falle der Körper (vergl. d. Art. S. 414), daß jeder Theil der Maſſe für ſich ſchwingt, daher hundert oder tauſend Theile den Weg nicht anders als ein einziger vollenden.

Aendert ſich die Länge des Pendels b, als die einzige veränderliche Größe im Ausdrucke, ſo verhalten ſich die Zeiten der Schwünge offenbar wie $\sqrt{b}$, wie die Quadratwurzeln aus den Längen, mithin die Längen der Pendel wie die Quadratzahlen der Schwingungs-Zeiten: ein Pendel von vier Fuß Länge braucht doch nur 2 Mal ſo viel Zeit zum Schwunge (ſchwingt nur halb ſo ſchnell), als ein Pendel von Einem Fuße, denn $4 : 1 = 1 : (1/2)^2$ (wobei natürlich ähnliche* Bögen, d. h. von gleich viel Graden [gleiche „Elongationswinkel," wie man ſagt], oder auch überhaupt nur ſehr kleine, und daher als ähnlich anzunehmende Bögen vorausgeſetzt werden).

Da endlich in Einerlei Zeitraume begreiflich deſto mehr Schwünge geſchehen, je kürzer die Dauer eines jeden derſelben iſt, ſo verhalten ſich (unter übrigens gleichen Umſtänden) die Län-

* Oder auch der phyſiſchen Beſchaffenheit des ſchwingenden Körpers, eine Bedingung, auf welche ich unten zurückkomme; ob das ganze Pendel oder auch nur der Körper M von Holz, von Metall, von Stein u. ſ. w. ſey, iſt, wie ich hernach zeigen werde, gleichgültig; nur die Länge des Pendels kommt in Betracht.

** Ich ſehe hier eine Einwendung auf den Lippen meiner Leſer ſchweben, welcher ich gleich begegnen muß. Die Theorie ſieht nämlich bei dieſem Satze vom Widerſtande der Luft, von der Reibung u. ſ. w. ab; in der Praxis dagegen (ſ. unten) iſt das Gewicht und die Form der Linſe allerdings nicht ohne allen Einfluß auf die Ueberwindung dieſer Hinderniſſe. — Ferner könnte Sie befremden, daß gleich Eingangs ein Faden oder eine Stange ohne alles Gewicht poſtulirt, und hier gleichwohl ein gänzlicher Nichteinfluß des mehreren oder minderen Gewichts auf den Vorgang nachgewieſen wird. Allein das dort in Rede ſtehende mathematiſche Pendel ſchließt zwar ein ſolches Gewicht des Fadens oder der Stange, aber nicht des Körpers M aus, ohne welches derſelbe ja auch überhaupt keine Fallbewegung haben könnte, und verlangt, ganz abſehend von des Gewichtes beſtimmter Größe, nur die Concentration in einem einzigen Puncte. In ganz ähnlicher Art ſchwingt aber beim Bezug auf jenes mathematiſche, nicht weniger das phyſiſche Pendel ſo, als wenn das ganze Gewicht von Stange und Linſe in dem Einen Schwingungs-Puncte vereiniget wäre; — und die beſtimmte Größe dieſes Gewichtes kommt alſo, wofern, wie ich im Texte ſage, nur „die Pendellänge unverändert bleibt," bei dieſem phyſiſchen ſo wenig, wie bei dem obigen mathematiſchen Pendel in Betracht. — Ich ſchmeichle mir, daß das wahre Sachverhältniß durch dieſe Entwicklung am beſten erhellen wird.

* Dieſe Ausdehnung auch auf bloß „ähnliche" Kreisbögen, obwohl ich bisher doch nur von „ſehr kleinen" geſprochen habe, könnte die Leſer überraſchen; allein eine tiefere analytiſche Erörterung des Gegenſtandes, welche ich nach dem Plane meines Werkes ablehnen mußte, zeigt deren Zuläßigkeit bei der vergleichenden Beziehung.

gen der Pendel umgekehrt wie die Quadrate der Anzahlen der in gleicher Zeit gemachten Schwünge; und dieſe Anzahlen der in gleichen Zeiten ausgeführten Schwingungen ſtehen im umgekehrten Verhältniſſe der Quadratwurzeln aus den Pendellängen; macht ein gewiſſes Pendel in eben der Zeit z. B. 70 Schwünge, in welcher ein anderes 60 vollendet, ſo verhalten ſich die Längen dieſer Pendel wie 36 : 49; denn es iſt 36 : 49 = $60^2 : 70^2$, gleichwie ferner 60 : 70 = $\sqrt{36} : \sqrt{49}$.

Dieß ſind die Geſetze der Pendel,* wie ich von dieſer Theorie nach Voraufſendung der betreffenden hiſtoriſchen Notizen ſodann, bevorwortetermaßen, gleich die praktiſche Anwendung zeigen werde.

Unter jenem hiſtoriſchen Geſichtspuncte iſt aber zu bemerken, daß wir die erſten Anlagen zu der ſo wichtigen Lehre vom Pendel und die Entdeckung der vier eben angeführten Geſetze dem großen Galilei** ſchuldig ſind, welcher ſie zugleich mit der Lehre vom freien Falle der Körper („Discorsi et dimonstrazione matematiche intorno a due nuove scienze." Leiden. 1638. 4.) in der erſten Hälfte des 17ten Jahrhunderts bekannt machte. Schon in ſeiner früheſten Jugend hatte Er den (vergl. vorn) Tavtochronismus (Iſochronismus*) der Pendelſchwingungen mit Bewunderung wahrgenommen und dabei beobachtet, daß (ſ. oben) Pendel von ungleicher Länge in Einerlei Zeit Schwünge vollbrachten, deren Anzahlen ſich umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus jenen Längen, alſo die „Längen" umgekehrt wie die Quadrate der Schwingungsanzahlen verhielten, welche Beobachtung für ihn das Mittel abgegeben hatte, die Höhen der Kirchengewölbe zu meſſen, indem er die Schwünge der von ſelbigen herabhangenden Lampen (welche — ſ. wieder oben — ſehr kleine Bögen beſchreiben, und welche Er überhaupt als einfache Pendel betrachten konnte) zählte und mit den Schwingungsanzahlen eines Pendels von bekannter Länge verglich.** Er verband nachher dieſe Er-

* Ich habe ſchließlich nur noch hinzuzufügen, daß, wie ſchon oben, mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, bevorwortet worden, die phyſiſche Natur des Körpers, aus welchem das Pendel verfertiget iſt, auf die Schwingung keinerlei Einfluß ausübt. Der verewigte Königsberger Aſtronom Beſſel („Verſuche über die Kraft, mit welcher die Erde Körper von verſchiedener Beſchaffenheit anzieht." Berlin. 1832. 4.) hat zur Pendellinſe (zum ſchwingenden Körper M) ſelbſt Meteormaſſe (in der Vorausſetzung, daß ſie kosmiſchen Urſprunges ſey) angewendet, ohne eine Verſchiedenheit zu bemerken. — Weitläuftiger bin ich aber nicht über die Sache, da mir gleich von ſelbſt einzuleuchten ſchien, daß der Erfolg kein andrer ſeyn könne.

** Nähere biographiſche Notizen über ihn in Fernrohr („Galilei'ſches"), S. 435.

* Beide Ausdrücke werden, mit Bezug auf die Elongation, gewöhnlich gleichbedeutend gebraucht, und ich bin dieſem Gebrauche gefolgt; indeß mache ich darauf aufmerkſam, daß ſich „tavtochroniſch" zuweilen auch ausſchließend in der beſondern Beziehung auf „Ereigniſſe" angewendet findet, welche für alle Orte (der Erde) in demſelben phyſiſchen (abſoluten) Momente eintreten. In dieſem Sinne wäre z. B. die Verfinſterung eines Jupiters-Trabanten „tavtochroniſch."

** Galilei konnte z. B. durch Verſuche wiſſen, daß eine kleine, an einem feinen Faden herabhängende Kugel, welche Einrichtung nahe auch ein mathematiſches (ein einfaches) Pendel abgibt, etwann (vergl. unten) 3 (Pariſer) Fuß Länge haben muß, um 60 halbe Schwünge (30 Hin- und 30 Rückgänge) in 1 Minute zu machen. Er zählte alſo die Anzahl (n) der (halben) Schwünge der Kirchenlampe ebenfalls während 1 Minute, und hatte dann die Höhe (h) des Kirchengewölbes in Fußen durch die Proportion:

$$h : 3 \text{ Fuß} = 60^2 : n^3,$$

alſo $h = \frac{3 \,.\, 3600}{n^2}$, wo ſich h, wenn n etwann = 10 war, = 108 Fuß fand. Dieſen oder einen ähnlichen, zur ſinnlichſten Ueberzeugung von der ganzen Pendeltheorie dienenden, ſo leicht anzu-

fahrungsſätze mit ſeiner Theorie vom Falle der Körper, und bewies danach, daß, wie geſagt, Nichts auf das Gewicht der Pendel ankomme, eine Behauptung, welche er durch Verſuche beſtätigte, bei denen ſich ergab, daß Pendel nicht anders ſchwingen, wenn man ſie mit mehr oder weniger Gewicht beſchwerte, und wodurch die Scholaſtiſchen Trugſchlüſſe vom Einfluſſe des Gewichts auf die Fallbewegung vollſtändig widerlegt wurden.

Nachdem das Pendel ſolchergeſtalt durch Galilei in die Wiſſenſchaft eingeführt worden war, ſo ward ſodann Huygens (der uns bereits bekannte, 1695 zu Haag verſtorbene Holländiſche Aſtronom) derjenige, welcher dieſe wichtige Lehre zuerſt bedeutend förderte, indem Er von 1656 an die Anwendung des Pendels auf Uhrwerke, wovon ich eben ſofort handeln werde, zum Hauptgegenſtande derjenigen Unterſuchungen machte, deren Reſultate wir in ſeinem ſchönen Werke „Horologium oscillatorium.“ Paris. 1673. Fol. beſitzen.

Newton endlich (denn die hiſtoriſchen Notizen über die weiteren Ausbildungen der Wiſſenſchaft vom Pendel muß ich, nachdem hier nur die Geſchichte der Erfindung der Fundamentalſätze vorgetragen iſt, den folgenden Abſchnitten vorbehalten) handelt (Principia. L. 1. Sect. X. prop. 46. S. 361 flgd. unſerer Cöln-Genfer Ausgabe) in der größten Allgemeinheit vom Pendel. Sein Geſichtspunct iſt aber nur der von uns erſt weiter unten wieder einzunehmende theoretiſche; und es bleibt alſo zunächſt Huygens, welcher uns nunmehr zur

2) praktiſchen Anwendung des Pendels auf das Zeitmaß (auf Uhren; Secundenpendel)

leitet, womit ich ſodann, bevorworteter-maßen, unter Beihülfe jener Theorie, die Beſtimmungen der Schwere durch das Pendel verbinden werde. — Die erſte Idee einer ſolchen praktiſchen Anwendung der Pendel findet ſich zwar, wie wir geſehen haben, auch ſchon beim Galilei, indem ſeine erzählten Verſuche darauf hindeuteten; den glücklichen Einfall, das Pendel mit dem Uhrwerke ſelbſt zu verbinden, hat aber allerdings zuerſt Huygens gehabt. Bei den früheren, vor dieſer Verbindung angeſtellten Verſuchen mit dem Pendel mußte man die Bewegung deſſelben oftmals erneuern (ihn wieder „anſtoßen“), weil der Widerſtand der Luft lähmend auf ſeine Schwünge einwirkt; auch fehlte es an einem bequemen Hilfsmittel zur Zählung dieſer Pendelſchwingungen. Beiden Inconvenienzen half die angedeutete Huygens'ſche Verbindung des Pendels mit dem Uhrwerke ab: der Trieb des letzteren erneuet die Pendelbewegung immer in dem Maße (vergl. jedoch unten) wieder, als ſie durch den Luftwiderſtand beeinträchtiget wird; zugleich „hört“ man aber (wie ich oben mit Verweiſung hierher anticipirend geſagt habe) bei der Pendeluhr die Schwünge, oder kann ſie, da z. B. für das Secundenpendel genau 60 derſelben auf die Minute kommen, an der Uhr ſelbſt abnehmen. Huygens Pendel iſt eine, mit einem Gewichte (einer „Linſe“) verſehene Stange, deren oberes Ende an eine Spindel mit zwei ſtählernen Lappen oder Blättchen befeſtiget iſt.* Durch die Schwünge der Stange werden dieſe Lappen wechſelsweiſe hin und her gewendet, und fallen

ſtellenden Verſuch, welchem ich nicht ohne Abſicht die beſtimmte Form gebe, mögen meine Leſer nach der vorſtehenden Anleitung ja ſelbſt ausführen.

* Die Leſer ſehen dieſe, unter dem Namen des „Engliſchen Hakens“ bekannte Einrichtung noch an den kleinen, auf Ihrem Tiſche ſtehenden Nippes-Uhren, wo die „Lappen“ des Hakens in die Zähne eines Stirnrades eingreifen. Bei den größeren neuen Pendeluhren iſt ſie jetzt meiſtens durch den von den Uhrmachern ſogenannten „Stiftengang,“ die Verbindung des Pendels mit einem Kammrade vermittelſt einer Anker-ähnlichen Hemmung, verdrängt. — Unter dem theoretiſchen Geſichtspuncte bloßer Erzielung gleichmäßigen Uhrganges wäre dieß, abgeſehen von den (vergl. d. folg. Anmerk.) praktiſchen Vortheilen des „Stiftengangs“, indifferent; ich hebe es aber hervor, um einem Zweifel der Leſer bei Vergleichung Ihrer (neueren großen) Pendeluhren mit der oben beſchriebenen Huygens'ſchen Einrichtung zu begegnen. Siehe übrigens auch unten.

dabei zwiſchen die Zähne des letzten Uhr- (des „*Steig*“-, eines „Stirn“-) Rades dergeſtalt ein, daß ſie bei jedem Schwunge nicht mehr als einen einzigen Zahn des Rades fortgehen laſſen, daher dieſes Rad und damit das ganze Uhrwerk eben ſo gleichförmig gehen muß, als das Pendel ſchwingt. Anderſeits ſchlagen aber nicht weniger dieſe Radzähne, welche die Federkraft der Uhr forttreibt, gegen die Lappen der Spindel an, und theilen dem Pendel dadurch eben ſo viel neue Bewegung mit, als daſſelbe bei jedem Schwunge durch den Widerſtand der Luft verliert. * — *Huygens* veröffentlichte dieſe wichtige Erfindung, wie geſagt, 1656, und die Einrichtung iſt ſeitdem unter dem Namen der „*Pendeluhr*“ überall eingeführt, und freilich mit mancherlei, ſchon in der Anmerkung angedeuteten, im beſondern Art. *Uhren* noch näher nachzuweiſenden Verbeſſerungen beſonders für die *Aſtronomie* von einer, meinen Leſern hinreichend bekannten, ganz außerordentlichen Wichtigkeit geworden. Der große Geometer trieb aber ſeine Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand noch viel weiter. Da es nämlich, angedeutetermaßen, kaum möglich iſt, den Widerſtand der Luft, das Reiben der Spindel u. ſ. w. mit dem Impulſe der Triebkraft der Uhr auf das Pendel nach der bezeichneten Art in eine ſo ganz genaue Ausgleichung zu bringen, daß die Schwünge nicht zuweilen in *größeren* oder *kleineren Bögen* erfolgen ſollten, ſo fürchtete Er, daß der uniforme Gang der Uhr darunter leiden könne. Seine Kenntniß von den Eigenſchaften der, eben dieſerhalb vorn ſo ſehr hervorgehobenen „*Cykloide*“ belehrten ihn aber, daß, wie auch wir uns überzeugt haben, ein in *dieſer Curve* fallender Körper ſelbſt *ungleiche Bögen* dennoch in *gleichen Zeiten* zurücklege, und daß ſich alſo der Iſochronismus der Schwünge, worauf es ankam, geſichert finde, wenn das Gewicht (die „Linſe“) des Pendels *cykloidaliſche* Bogen beſchreibt, welches (vergl. oben) bei Abwicklung des Pendelfadens von alſo geformten Blechen der Fall werden werde. Er ſchlug alſo vor, den Faden des Pendels mit ſeinem Gewichte zwiſchen zwei cykloidaliſchen Blechen herabhangen zu laſſen, damit ſich derſelbe beim Schwunge an dieſelbe anlege und im Herabfallen davon abwickle, welchergeſtalt der Weg des Gewichtes die Evolute einer Cykloide, d. i. einen Theil eben derſelben Cykloide, nach welcher die Bleche geformt worden, abgeben müſſe.

Dieſe ſcharfſinnige Anwendung der höheren Geometrie iſt dennoch für die Praxis unbrauchbar geblieben; die Schwierigkeit, den Blechen eine genau cykloidaliſche Form zu geben, und die Steiſe der Fäden ſind Hinderniſſe der Vortheile, welche der Erfinder von der Einrichtung erwartete. Auch hat die Erfahrung gelehrt, daß ſie entbehrlich wird, wenn man die Pendel ſo kleine Schwingungen machen läßt, wie jetzt gewöhnlich iſt, und die „Reibung“ außerdem durch *Aufhängung der Pendel auf Meſſerſchneide* (von welcher die Leſer bei genauer Betrachtung Ihrer, nach jetziger Art eingerichteten größeren Pendeluhren den deutlichſten Begriff bekommen) faſt ganz beſeitiget. *

Der *Gang* (der langſamere oder ſchnellere) einer ſolchen „Pendeluhr“ richtet ſich natürlich nach der Dauer der Schwünge, und alſo nach der Länge der Pendelſtange. Zwar iſt dieſe Stange ein *zuſammengeſetztes* (ein *phyſiſches*) Pendel, welches nicht ganz genau ſo wie ein *einfaches* (ein *mathematiſches*) ſchwingt, auf deſſen Länge ſich doch unſere obige Formel unmittelbar nur bezieht; *Huygens* gab aber in

* Wenn eine ſolche Ausgleichung (vergl. das im Texte gleich Folgende) vollkommen zu bewirken wäre, ſo würde die Pendeluhr, abgeſehen von andern Einflüſſen, ein Werkzeug ſeyn, welches Nichts zu wünſchen übrig ließe; dieſe Ausgleichung wird, weßhalb ich eben in der vorigen Anmerkung hierher verwieſen habe, indeß durch den „Stiftengang“ wenigſtens *beſſer*, als durch den gleichfalls erklärten „Engliſchen Haken“ erreicht.

* Ich komme daher auch im bevorworteten dritten Abſchnitte vom *ungleichen Gange der Pendel*, wohin die Betrachtung, auf welche ich hier nun ſchon durch den Gang des Vortrages geführt worden bin, eigentlicher gehört, nicht weiter auf den Gegenſtand zurück.

ſeinem vorn citirten vortrefflichen Werke des „Horologium oscillatorium“ zugleich Methoden an, den Mittelpunct des Schwunges (vergl. nochmals den ſchon citirten Art.) auch für zuſammengeſetzte Pendel zu ermitteln (aus der gegebenen [aus der nach der obigen Formel in gleich zu zeigender Weiſe gefundenen] Länge eines mathematiſchen Pendels, welches z. B. Secunden ſchwingt, die Länge des zugehörigen phyſiſchen Secundenpendels, und, umgekehrt, aus der beobachteten letzteren die Länge jenes erſteren rechnend abzuleiten). Iſt, um mit dieſem letzteren Falle anzuheben, das Pendel z. B. eine dünne prismatiſche Stange von der Länge l, ſo ſteht der Mittelpunct ihres Schwunges vom Aufhängungspuncte um $^2/_3$ l ab. Trägt dieſe Stange aber außerdem, wie gewöhnlich, nicht weit von ihrem Ende noch eine kleine „Linſe“* vom Gewichte p, und deren Puncte ſich alle gleich weit vom Aufhängungspuncte annehmen laſſen, und iſt das (nunmehr in Bezug auf jenes in Betracht kommende) Gewicht der Stange = q, ſo wird das Moment der Trägheit des Ganzen $= (^1/_3\, q + p)\, l^2$, das ſtatiſche Moment $= (^1/_2\, q + p)\, l$ (Sätze, deren Kenntniß ich bei den Leſern aus Ihren Studien der Mechanik vorausſetzen muß), und mithin der Abſtand des Mittelpunctes der Schwingung vom Aufhängungspuncte, oder die Länge des gleichgeltenden einfachen Pendels $b = \frac{^1/_3\, q + p}{^1/_2\, q + p}\, l$. Alſo läßt ſich ein zuſammengeſetztes (ein phyſiſches) Pendel von dieſer Länge (l), dieſem Linſengewichte (p) und dieſem Stangengewichte (q) als ein einfaches (ein mathematiſches) von der Länge b betrachten.*

Exempel. Es ſey die Länge l der Stange = 588 Linien, ihr Gewicht q = 18 Loth, der Linſe Gewicht p = 3 Loth, ſo wird $b = \frac{6 + 3}{9 + 3} \cdot 588 = 441$ Linien; dieſes zuſammengeſetzte (phyſiſche, wirkliche) Pendel ſchwingt wie das (eingebildete, formelgemäße) einfache Pendel von 441 Linien Länge, d. h. da, wie wir gleich näher ſehen werden, dieß die Länge des „mathematiſchen“ Secundenpendels iſt, es ſchwingt Secunden;** — und wir haben alſo in

* Ich habe dieſen Ausdruck mit Verweiſung hierher vorn anticipirt, und bemerke daher jetzt, daß man die Linſenform für das Pendelgewicht (M) deßwegen wählt, weil dieſe Form (welcher man, vergl. oben, jedoch zuweilen auch die einer Kugel ſubſtituirt) augenſcheinlich die paßlichſte iſt, um den Widerſtand der Luft bei den Schwüngen des phyſiſchen Pendels zu überwinden.

* Demnach iſt die Länge des phyſiſchen, z. B. Secundenpendels, etwas bloß Relatives; wenn man die Gewichte von Linſe und Stange anders wählt, ſo kann ein ſolches Pendel, bei alſo ganz anderer Länge, doch Secunden ſchwingen, wogegen die Länge des mathematiſchen Pendels (für den — vergl. unten — nämlichen Ort der Erde), eben weil dabei von jenen Gewichten abgeſehen wird, unveränderlich bleibt. — Ein Blick auf die Formel zeigt jedoch, daß wenn q (namentlich in Bezug auf p) unbedeutend, und $^1/_3\, q$ alſo ſehr nahe $= {^1/_2}\, q$ iſt, der Coefficient $\frac{^1/_3\, q + p}{^1/_2\, q + p}$ von l = 1, und l alſo unmittelbar = b wird. Daher finden die Leſer (vergl. Compenſation, S. 196) auch die Länge der Stange Ihres phyſiſchen „Secunden-“ (Uhr-) Pendels, wenn dieſe Stange, wie gewöhnlich, gegen die Linſe von geringem Gewichte iſt, vom Aufhängungspuncte bis zum Mittelpuncte der Linſe faſt der Länge des mathematiſchen Secundenpendels (welche wir oben alsbald zu 3 Fuß 0 Zoll 8 bis 9 Linien ermitteln) gleich.

** Wäre dieß nicht alsbald genau der Fall, ſo läge der Grund darin, daß $\frac{^1/_3\, q + p}{^1/_2\, q + p}\, l$ nicht eben 441 Linien austrüge, und man hätte alſo dann von den drei veränderlichen Größen q, p, l, eine oder die andere, z. B. am leichteſten l, zu ändern, bis dieſes phyſiſche Pendel nun ein exactes Secundenpendel würde. Darum macht man, wie die

dieſem Falle die Länge des „mathematiſchen Secundenpendels“ mittelbar aus der Länge eines phyſiſchen abgeleitet.

Um dieſelbe aber im andern Falle und in der verſprochenen Weiſe vielmehr unmittelbar zu finden, dergeſtalt, daß daraus durch Umkehrung der Formel* die Länge des entſprechenden phyſiſchen Pendels hervorgehe, muß man auf die obige Gleichung

Dauer eines ganzen Schwunges (Eines Hin- und Eines Rückganges) $= \pi\sqrt{\frac{2b}{g}}$

zurückkommen, welche für das mathematiſche Secundenpendel (wo alſo nur von Einem Hin- oder Einem Rückgange die Rede iſt) die Geſtalt 2 Secunden* $= \pi\sqrt{\frac{2b}{g}}$ erhält, und woraus $b = \frac{2g}{\pi^2}$ folgt.** Dieß heißt alſo: wenn du nach Maßgabe der ſo gefundenen Länge (441 Linien) des mathematiſchen Secundenpendels ein phyſiſches conſtruiren willſt, welches auch Secunden ſchwingen ſoll, ſo magſt du deſſen Länge, wie oben, = 588 Linien, das Gewicht ſeiner Stange = 18 Loth, und ſeiner Linſe = 3 Loth nehmen.

Aus jener Gleichung b $\frac{2g}{\pi^2}$ folgt aber ferner auch noch

$$g : b = \tfrac{1}{2}\pi^2 : 1,$$

welche Proportion lehrt, daß ſich der Raum g (vergl. oben: Galilei'ſche Zahl), durch den ſchwere Körper in der erſten Secunde fallen, zur Länge des Secundenpendels b verhält, wie das halbe Quadrat des Umkreiſes zu 1 (alſo, wenn man den Durchmeſſer = 1 nimmt, wie $\frac{1}{2}[3{,}141]^2 : 1$), d. i. = 4,9348 : 1 oder = 1 : 0,2026. Dieß oben ſubſtituirt gibt:

Leſer an Ihren Pendülen ſehen, die Linſe auf der Stange verſchiebbar, wodurch alſo b (der die Länge des gleichgeltenden mathematiſchen Pendels meſſende Abſtand des Mittelpunctes des Schwunges vom Aufhängungspuncte auf dem in Rede ſtehenden phyſiſchen Pendel) berichtiget werden kann. Man möchte zwar einwenden wollen, daß dabei die Länge (l) der Stange ſelbſt, wovon wir doch die Schwingungsdauer abhängig gemacht haben, nicht zugleich verändert werde; allein dieſelbe findet ſich auch jetzt vielmehr durch den Abſtand des Mittelpunctes der Linſe von jenem Aufhängungspuncte (welchen Abſtand man daher, ſtatt jener unmittelbaren Länge der Stange ſelbſt, auch meiſtens „Pendellänge“ nennt) vertreten; — und der Theil (das Stückchen) von ihr, welcher durch ein z. B. Aufwärtsſchrauben der letzteren frei wird, kommt hierbei nicht weiter in Betracht, eine Bevorwortung, die von peinlichen Leſern um ſo mehr wohl beachtet werden mag, als dieſem Zweifel, ſo viel ich weiß, noch in keinem andern Werke begegnet worden iſt.

* „Umkehrung der Formel“? Die Länge des mathematiſchen Pendels (b = 441 Linien) kam im obigen Falle aus der Länge des phyſiſchen Pendels (l = 588 Linien) durch Multiplication dieſer 588 mit $\frac{6+3}{9+3}$, und gleichergeſtalt müſſen alſo die voranſtehenden 441 Linien „umgekehrt“ mit $\frac{9+3}{6+3}$ multiplicirt werden, um jene 588 Linien (die Länge des phyſiſchen Pendels aus dem mathematiſchen) zu geben.

* Die Gründe, aus welchen die Einheit der Zeit hier die Secunde iſt, finden ſich ſchon vorn angegeben: g bezeichnet den Fallraum der erſten Secunde.

** Es iſt mir um die Ueberzeugung meiner Leſer zu thun. Wir werden die Länge des mathematiſchen Secundenpendels, auf einem andern Wege, oben ſogleich zu etwas über 3 Fuß ermitteln; 2 g iſt aber beiläufig = 30, π = 3,14, alſo π^2 = 9,8596, und $\frac{30}{9{,}8596}$ in der That etwas über 3. — Die Nachweiſung einer ſolchen Uebereinſtimmung verſchafft aber der Formel in den Augen vieler Leſer erſt ihre ganze Bedeutung (ihren vollen, wiſſenſchaftlichen Werth).

Fall in der erſten Secunde (g) : Länge des (mathematiſchen) Secundenpendels (b) = 4,9348 : 1 = 1 : 0,2026,

demgemäß man den Fall in der erſten Secunde mit 0,2026 zu multipliciren hat, um daraus die Länge des Secundenpendels zu erhalten, wogegen letztere, mit 4,9348 multiplicirt, jenen Fallraum gibt.

Huygens (Horolog. P. IV. prop. 25.) beſtimmt aus Verſuchen, wie ich die Möglichkeit und Art ſolcher Verſuche oben angedeutet habe, die Länge des (mathematiſchen) Secundenpendels zu (den oben anticipirten) 440½ Pariſer Linien,* oder 3 Fuß 0 Zoll 8½ Linien (alſo Pariſer Maß) = 3,05902 Fuß; — und dieſe Länge, mit den obigen 4,9348 multiplicirt, gibt alſo den Fallraum der Körper in der erſten Secunde = 15,0956 Pariſer Fuß.**

Die ſolchergeſtalt gefundene Länge des (mathematiſchen, und alſo die daraus abzuleitende Länge eines jeden gleichgeltenden phyſiſchen, d. h. wirklich darſtellbaren, was das mathematiſche nicht iſt) Secundenpendels ſchlug Huygens ſodann zum allgemeinen Fußmaße*** vor (ich komme unten hierauf zurück, auch iſt die Idee ſchon im Art. Maß, S. 81, angeregt); denn da die Secunde der mittleren Sonnenzeit ein (vergl. Gleichung der Zeit) ſtets und überall gleiches, durch jede richtig gehende Uhr bezeichnetes (und durch den Sonnenſtand ſelbſt leicht zu controllirendes) Zeit-Intervall abgibt, ſo brauchte

* Das Pariſer Maß verhält ſich zum Rheinländiſchen = 144 : 139,13; die obigen 440,5 Linien = 3 Fuß 0 Zoll 8½ Linien Pariſer Maß thun daher 455,89 Linien = 3 Fuß 2 Zoll Rheinländiſch, worin auch beſonders oft gefragt wird. — Ich bemerke nur noch, daß Beſſel's (l. c.) neueſte und ſchärfſte Beſtimmungen die Länge des mathematiſchen Secundenpendels für Königsberg in Pr. = 440,81 Pariſer Linien geben.

** Wir haben (vgl. Fall der Körper, S. 417.) durch directe Verſuche „ziemlich“ (etwas über) 15 Fuß gefunden, welche Uebereinſtimmung des Verſuchs-Reſultates mit der Theorie (auf die l. c. auch verwieſen iſt) für viele Leſer den beſten Beweis der Zuverläßigkeit der letzteren abgeben wird.

*** Denn man wußte, um dieß durch ein Beiſpiel recht anſchaulich zu machen, nachdem die Länge des mathematiſchen Secundenpendels zu (nehmen wir Behufs leichterer Ueberſicht gleich wieder volle) 441 Linien beſtimmt war, aus der vorn geführten Rechnung, daß ein wirkliches (ein phyſiſches) Secundenpendel von dem angegebenen Stangen- und Linſengewichte genau 588 Linien halten mußte. Conſtruirte man alſo ein ſolches Pendel und theilte man ſeine Länge in 588 Theile, ſo war man gewiß, in jedem Theile die exacte Größe von 1 Linie zu haben, und man hätte dieß auch überall ausführen (an allen Orten der Erde ein ſolches alſo, wie ich oben ſage, „allgemeines Linien- und daher Fußmaß“ aus der Pendelbeobachtung angeben, und, wenn es verloren gegangen wäre, daraus wieder herſtellen) können, wenn nicht die Länge des Secundenpendels, wie ich nun oben gleich näher zeigen werde, was Huygens aber noch nicht wußte, auf den verſchiedenen Puncten der Erdoberfläche nach Maßgabe der Verſchiedenheit ihrer geographiſchen Breite zugleich etwas verſchieden wäre. — Auch erinnere ich, um wenigſtens die Möglichkeit noch eines andern Verfahrens anzudeuten, an den ſchon oben angeführten und unten wieder zu erwähnenden Umſtand, daß nämlich eine kleine, an einem zarten Faden aufgehängte Metallkugel, bei welcher Einrichtung der Mittelpunct des Schwunges überaus nahe mit dem Mittelpunct der Kugel zuſammenfallt, ſolchergeſtalt unmittelbar ein mathematiſches Pendel abgibt, alſo, wenn es die Länge des Secundenpendels (440,5 Linien) hält, gleich dem letzteren, Secunden ſchwingt, und demnach, wofern es Secunden ſchwingt, umgekehrt als ein Normalmaß von 440,5 Linien Länge betrachtet werden darf. — Ich ſage nicht, daß es Huygens wirklich ſo gemacht hat, ſondern daß Er es ſo hätte machen können; denn mir liegt nur daran, meine Leſer von der Ausführbarkeit der Sache auf das innigſte zu überzeugen.

man nur durch Verſuche ein, ſolche Secunden ſchwingendes, phyſiſches Pendel zu conſtruiren, und daraus nach Maßgabe der vorn beigebrachten Formel die Länge des mathematiſchen Secundenpendels abzuleiten, welche ſich alſo, vorausgeſetzt, daß die Wirkung der Schwere, wovon, wie wir im Allgemeinen ſchon oben geſehen haben und gleich noch näher ſehen werden, die Länge des Pendels abhängt, überall auf der Erde dieſelbe ſey, auch überall gleich groß hätte finden müſſen. Allein es ward, angedeutetermaßen, und wie ich nun eben zeigen werde, vielmehr bald nachher entdeckt, daß dieß nicht der Fall iſt, und daß das Secundenpendel daher nicht „an allen Orten der Erde“ gleiche Länge haben kann, daher daſſelbe zwar ein natürliches, aber nicht das verlangte allgemeine Längenmaß abgibt.

Die „Schwere“ nämlich, zu deren „Beſtimmung durch das Pendel“ ich, bevorwortetermaßen, alſo jetzt komme, läßt ſich, wofern man ſie als beſchleunigende Kraft betrachtet, nicht anders, als nach ihren Wirkungen meſſen. Ihre Größe wird demnach durch die Geſchwindigkeit, die ſie in einer beſtimmten Zeit erzeugt, oder durch den Raum, durch den ſie die Körper in dieſer Zeit treibt, angegeben; würde dieſer Raum für die nämliche Zeit doppelt, dreifach u. ſ. w. gefunden, ſo würde man ſie auch doppelt, dreifach u. ſ. w. nennen, und jene ihre Größe verhält ſich alſo namentlich wie der ihr zugehörige Fallraum, z. B. in 1 (in der erſten) Secunde, d. h. wie der Werth von g (Galilei'ſche Zahl), welchen Ausdruck wir in allen unſern betreffenden Formeln dafür angewendet haben (vgl. die Art. Fall und Schwere).

Da nun, nachgewieſenermaßen, allgemein g : b (Länge des mathematiſchen Secundenpendels) $= \frac{\pi^2}{2} : 1$, ſo findet, worauf ich hier zurückkommen wollte, zwiſchen der Größe des Fallraumes und der Länge des Secundenpendels auch überall Einerlei Verhältniß Statt; und wenn man alſo an zwei Orten der Erde die Längen der (mathematiſchen) Secundenpendel verſchieden ermittelt, ſo ſind daſelbſt auch die Fallräume in der erſten Secunde, und mithin die reſpectiven Größen der Schwere verſchieden; und es verhalten ſich alsdann dieſe reſpectiven Schweren wie die Fallräume und wie die entſprechenden Längen des Secundenpendels.

Schon Newton hatte (vergl. d. Art. Abplattung, S. 24, ohne daß Huygens, wie geſagt, gleich Kenntniß davon gehabt zu haben ſcheint) dieſe Verſchiedenheit der Pendellängen an verſchiedenen Orten der Oberfläche der Erdkugel vermuthet; „denn,“ ſo raiſonnirte dieſer tiefſinnige Denker („Principia.“ III. prop. 20.), und ich dränge ſeine Schlußfolge aus jenem Art. zur prompten Ueberſicht hier nochmals in wenige Worte zuſammen, „denn da die Erdkugel eine rotatoriſche Bewegung hat, ſo muß der daher entſtehende, die reine Wirkung der Schwerkraft beeinträchtigende Schwung unter dem Aequator, als größtem, am meiſten ſchwingenden Kreiſe, auch am größten ſeyn, und man muß bei der Annäherung dahin alſo eine Abnahme der Schwere, d. h. der ſie meſſenden Pendellänge bemerken.“ Um dieß zu verificiren, ſandte die Franzöſiſche Akademie eins ihrer Mitglieder, Richer,* im Jahre 1671 nach der, unfern des Aequators (unter 5° nördlicher Breite) gelegenen Inſel Cayenne;**

* Biographiſche Notizen über dieſen oft genannten Mann finde ich weiter nicht, als daß er 1696 zu Paris verſtorben iſt.

** Nach der eigentlichen nächſten Veranlaſſung dieſes Auftrages iſt öfter gefragt worden; ich finde ſie bei Picard (vgl. Erde, S. 355): „Mésure de la terre.“ 4. Artikel, wo dieſer Aſtronom, vielleicht veranlaßt durch eine Mittheilung Newton's, von einer „Conjecture“ ſpricht, „que, supposé le mouvement de la terre, les poids devroient descendre avec moins de force sous l'equateur que sous les pôles, et que delà il en résulteroit une différence sur la longueur des pendules.“ „Dieſe Vermuthung,“ wird l. c. hinzugeſetzt, „ſey in einer Sitzung der Akademie vorgetragen worden;“ — und ſie wird alſo, wie

und Richer überzeugte ſich auch wirklich, daß er daſelbſt das Pendel ſeiner von *Paris* mitgebrachten Pendeluhr 1¼ Linie *verkürzen* müſſe, wenn es ſo ſchnell als am letzteren Orte ſchwingen ſollte. 1¼ Linie ſind aber von der ganzen Länge des mathematiſchen Secundenpendels (welche Richer zu — vergl. oben — 440 Pariſer Linien annahm) der ($\frac{4}{5}$. 440 =) 352ſte Theil, um welchen hiernach die Schwere (die Pendellänge) in Cayenne geringer als zu Paris war; das nämliche Pendel, welches am letzteren Orte 440 Linien Länge hatte, mußte, *Behufs nämlicher Wirkung*, zu Cayenne *nur** noch (440 — 1¼ =) 438¾ Linien lang ſeyn, und man hat 438¾ : 440 = 351 : 352. Alſo zeigt ſich denn ein Mittel, die Schwere (ihr Verhältniß) an *verſchiedenen* Orten der Erde zu beſtimmen; da aber die unmittelbare Meſſung der *Länge* des Pendels, wie oben gefordert wird, ungemein viel Genauigkeit erheiſcht, ſo iſt es bequemer, wie Richer, eine *nämliche* Pendeluhr von einem Orte zum andern mit ſich zu führen, und lieber die *Zahl* der an dieſen verſchiedenen Orten in *gleicher Zeit* Statt-habenden *Schwünge* des *unveränderten* Pendels der Uhr zu vergleichen.

Nennt man dieſe Zeit τ, die Anzahl der halben** Schwünge in ihr = n, ſo iſt die Dauer eines ſolchen *halben* (von der Uhr durch ihr „Tick-Tack" *hörbar* gemachten) Schwunges $= \frac{\tau}{n}$, und man hat aus unſern obigen Formeln die Dauer deſſelben $\frac{\tau}{n} = \frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{2b}{g}}$, alſo $n^2 = \frac{2g\tau^2}{\pi^2 b}$; und wenn daſſelbe Pendel an einem andern Orte, wo der Fallraum (die Wirkung der Schwere) z. B. nur g' iſt, in eben der Zeit auch nur n' halbe Schwünge macht, ſo iſt $n'^2 = \frac{2g'\tau^2}{\pi^2 b}$, woraus $g : g' = n^2 : n'^2$ kommt, und welches lehrt, daß ſich die *Größen der Schwere* an beiden Orten auch *wie die Quadrate der Schwingungs-Anzahlen* verhalten.

Auch unter dieſer Geſtalt beſtätigten aber *Richer's* Beobachtungen zu Cayenne *Newton's* Vermuthung; ſeine Secunden-Pendeluhr, die in *Paris*, für welchen „Punct der Erdoberfläche" ſie conſtruirt war, *täglich* (in 24 Stunden mittlerer Sonnenzeit) alſo 24 . 60 . 60 = 86400 Secunden geſchlagen hatte, ging in Cayenne *täglich* um 2 Minuten = 120 Secunden zu langſam, ſie ſchlug nur (86400 — 120) 86280 Mal. In dieſem Falle iſt alſo n = 86400, n′ = 86280, und demnach g (*die Schwere zu Paris*) : g′ (*Schwere zu Cayenne*) = $8640^2 : 8628^2$, welches (*ſehr** nahe) mit dem obigen Verhältniſſe der *Pendellängen* = 352 : 351 übereinſtimmt.

Dieſe Verſuche ſind ſeit Richer's Zeiten unendlich oft wiederholt worden, und man findet in den Werken, welche ich zu Schluſſe des gegenwärtigen Artikels namhaft machen werde, ausführliche Verzeichniſſe darüber, deren Beibringung ich hier indeß unterlaſſe, da es mir nur um die

geſagt, wohl Richer's Sendung wenigſtens mit veranlaßt haben.

* Ich erinnere aus dem Voraufgehenden daran, daß unter übrigens *gleichen* Umſtänden ein *kürzeres* Pendel in der nämlichen Zeit *mehr* Schwingungen macht, als ein längeres, und daß dieſe Schwingungen eine Wirkung der Schwere ſind. Wenn die Schwere alſo zu Cayenne *weniger* Wirkung als zu Paris hatte, jene Umſtände alſo übrigens *nicht gleich* waren, ſo mußte ein Pendel, welches bei einer gewiſſen Länge am letzteren Orte Secunden ſchwung, am erſteren *verkürzt* werden, um daſelbſt auch Secunden zu ſchwingen.

** Die Leſer ſind darauf vorbereitet, daß in der *Praxis* nur von einem *Hin-* oder einem *Rückſchwunge*, als „*halbem* Schwunge," die Rede iſt.

* Die Leſer könnten fragen, warum nur „*ſehr* nahe" und nicht *ganz* genau? Man brauchte ſich bei der *Meſſung* der *Pendellängen* (vergl. das gleich Folgende) oder bei der *Zählung* der *Pendelſchwünge* nur im geringſten geirrt zu haben, ſo fiel die *ſtrengſte* Genauigkeit des obigen Reſultates hinweg.

Aufklärung des Princips zu thun iſt. Es geht aber daraus, wie ich wenigſtens im Allgemeinen auch gleich noch zeigen werde, hervor, daß die Länge des mathematiſchen Secundenpendels, welche nach ſpäteren, genaueren Meſſungen unter dem Aequator ſelbſt 439* Linien beträgt, in der Polnähe = 441 Linien iſt; und dieß führt mich vorher noch auf eine andere, hiervon abhängige, intereſſante Bemerkung, auf welche ich ſchon im Art. Jupiter, S. 828, hingedeutet habe.

Ein Körper nämlich, der unter dem Aequator 439 Pfund wiegt, würde, in jene Polnähe gebracht, hier ſo ſtark drücken, als 441 Pfund dort. Aber die Wage kann dieſen Unterſchied nicht zeigen, denn man wiegt auf ihr mit nämlichen Pfunden, und von denen alſo auch 439 beim Pole dieſelbe Gegenwirkung als unter dem Aequator ausüben. Das Pendel dagegen zeigt dieſe Schwere-Zunahme beim Pole allerdings, — aber nicht weil ſein Gewicht, ſondern vielmehr nur, weil die Sollicitation des Pendelkörpers (der Linſe, M) zum Fallen alldort größer iſt, indem, angeführtermaßen, unter dem Pole die reine Wirkung der Schwerkraft keine Beeinträchtigung durch den Schwung, gleichwie unter dem Aequator, erfährt.

Nach Newton („Principia." L. III. prop. 20. S. 103. des dritten Bandes der von uns benützten Cöln-Genfer Ausgabe), um nun weiter zu gehen, muß ſich auf unſerm Erdkörper, deſſen (vergl. wieder Abplattung, S. 24.) ſphäroidiſche Geſtalt vorausgeſetzt, jener Anwachs der Schwere vom Aequator (wo ſie alſo am ſchwächſten wirkt) an, nach den Polen (wo ſie ihr Maximum erreicht) zu, wie das Quadrat des Sinus der geographiſchen Breite verhalten; und wir wollen daraus die Länge des Pendels, womit die Schwere im oben nachgewieſenen Verhältniſſe ſteht, unter den Polen ſelbſt,* unter denen unſere unmittelbaren Meſſungen natürlich nicht mehr ausführbar ſind, mittelbar durch eine Schlußfolge ſuchen.

Da die Schwere nämlich im geraden Verhältniſſe der Pendellänge ſteht (das Pendel um ſo länger ſeyn darf, je ſtärker die Schwere wirkt), ſo verhalten ſich alſo, Newton's angeführtem Satze gemäß, auch die Zunahmen der Pendellängen wie die Quadrate der Sinus der geographiſchen Breite, und man kann demgemäß folgende Vergleichung machen:

Beobachtete Pendellänge zu Paris . . .	= 440,57 Linien,	
— — zu Quito (unter d. Aequat.)	= 439,10 „	
		Logarithmen:
Zunahme vom Aequator bis Paris	1,47 . .	0,1673173,
Quadrat des Sinus der Breite des Pols, 90° (= Radius) = ...		20,0000000,†
		20,1673173.
Quadrat des Sinus der Pariſer Breite, 48° 50′ = . .		19,7533570,
Zunahme vom Aequator bis Pol = . . .	2,594 . .	0,4139603.

* Dieß ſcheint nicht in Uebereinſtimmung mit Richer's obigen Angaben zu ſeyn, welcher die Pendellänge ſchon zu Cayenne, noch 5° vom Aequator, nur noch 438 3/4 Linien beobachtet hatte, demgemäß ſie unter dem Aequator ſelbſt abermals geringer hätte ſeyn ſollen. Allein ich habe darum auch bereits in der vorigen Anmerkung angedeutet, daß Richer's Meſſung der größeren Genauigkeit der im Texte erwähnten ſpäteren Meſſungen und der gleich genauen Reduction des phyſiſchen auf das mathematiſche Pendel nicht fähig war, wie Er denn z. B. die Länge des Pariſer Pendels, ſtatt nachgewieſenermaßen 440,5, angeführtermaßen auch nur zu 440 Linien annimmt. In der Hauptſache ſind die von ihm gemachten Schlüſſe deßhalb aber nicht weniger ganz richtig; und ein vollkommenes unmittelbares Verfahren werde ich erſt unten bei Erklärung des „Kater'ſchen Reverſionspendels nachweiſen können.

* Vorher iſt nur von Polnähe die Rede, in welcher Maupertius bei der uns

Pendellänge unter dem Aequator 439,10,

Pendellänge unter dem Pol . . . . 441,694.

Es iſt nämlich angegebenermaßen:

die geſuchte Zunahme der Pendellänge von Paris bis zum Pol (x) : Zunahme vom Aequator bis Paris (1,47 L.) = $(\sin 90^0)^2 : (\sin 48^0\ 50')^2$,

alſo mit Logorithmen rechnend, wie oben,

$$\log . x = \log 1{,}47 + \log (\sin 90^0)^2 - \log (\sin 48^0\ 50')^2.$$

Dieß iſt demnach das Verhältniß der Schwere unter dem Aequator und dem (einen oder dem andern) Pole, nämlich = 43910 : 44169. Anderſeits lehrt, um davon noch einen weitern Gebrauch zu machen, und ſomit die ganze Fruchtbarkeit der Lehre vom Pendel und ſeiner hier betrachteten Anwendung (Anwendbarkeit) auf die Beſtimmung der Schwere zu zeigen, ein Theorem der phyſiſchen Aſtronomie,[*] daß ſich (Gravitation, S. 703) die Kräfte der Schwere auf der Oberfläche des elliptiſchen Erdphäroids ſelbſt umgekehrt wie die Entfernungen vom Erdmittelpuncte[**] verhalten, ſo daß aus der Verbindung beider Sätze das Verhältniß des äquatorealen Erddurchmeſſers : polaren = 44169 : 43910 = 170 : 169, und die Abplattung (ſ. wieder d. A. S. 24) alſo $^1/_{170}$ folgen würde. Dieß iſt jedoch, wie ich auch durch das oben eingeklammerte Wort „Anwendbarkeit", ſtatt geradehin Anwendung, habe andeuten wollen, nur eine Annäherung; und ich verweiſe wegen der Gründe, aus welchen andere Methoden ein genaueres Reſultat gewähren, auf den genannten Artikel,[*] und beſchränke mich hier auf dieſe Andeutungen.

Dagegen muß ich wenigſtens etwas ausführlicher in der, nicht weniger hierher gehörigen und ſchließlich noch beizubringenden Erklärung der Methode ſeyn, die Entfernung des Mondes von der Erde durch die Pendellänge zu beſtimmen; es iſt öfter die Rede davon, und die Forderung hat auf den erſten Anblick ſo viel Seltſames, ſcheinbar ganz Unzuläſſiges, daß die Leſer gern in einiges Detail darüber eingehen werden.

Wir wiſſen aber, — denn ſoweit muß ich ausholen, — daß ſich die Entfernun-

aus dem dritten Anhange des erſten Bandes unſeres Werkes ausführlich bekannten „Nordpol-Expedition" allerdings noch Pendelbeobachtungen hat anſtellen können.

† Der Radius iſt = 10 tauſend Millionen, und ſein Logarithmus alſo = 10 angenommen; vom Quadrate (10 tauſend Millionen)^2 wird der Logarithmus aber = 2 . 10 = 20.

[*] Der Beweis fordert den Beiſtand der Differentialrechnung, welchen ich mir nur für die wichtigſten Fälle, als Ausnahme von der plangemäßen Verzichtung darauf, vorbehalten habe. Leſer, welche nach dieſem Beweiſe ſuchen, verweiſe ich namentlich auf des verewigten Petersburger Aſtronomen Schubert „Traité d'Astronomie." Petersburg. 1822. 3 B. gr. 4. III. 212., wo allgemein und, wie es mir ſcheint, am beſten dargethan wird, „que l'équilibre ne peut avoir lieu dans un *sphéroide elliptique*, que lorsque tous les points *à la surface* sont attirés vers le centre en raison inverse des rayons du sphéroide."

[**] Ich muß hier mit Bezug auf den citirten Art. Gravitation, S. 703, einem Zweifel vorbeugen. Gegen außerhalb befindliche Körper, gegen die Weltkörper, z. B. den Mond, die Planeten, wirkt die, dann im Centrum concentrirt zu denkende Erdmaſſe im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernungen; gegen Körper auf der Oberfläche des elliptiſchen Sphäroids ſelbſt dagegen im umgekehrten Verhältniſſe des einfachen Abſtandes vom Centrum. Die Vergleichung des citirten Artikels, welche ich empfehle, macht die Sache vollkommen klar.

[*] Sehr ſchön (aber viel zu ausführlich für meinen Plan) ſcheint mir dieſe „Anwendung" des Pendels bei Bode (dem verewigten Berliner Hof-Aſtronomen) „Anweiſung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel." 2. Aufl. Berlin. 1803. gr. 8. S. 186. behandelt.

gen aller die Sonne in Gemäßheit der Anziehungskraft dieſes Centralkörpers umkreiſenden Geſtirne von ihr aus einer der Entfernungen, in Verbindung mit der Kenntniß der Umlaufszeiten, herleiten laſſen, indem nach der dritten Kepler'ſchen Regel (vergl. d. Art.) die Quadrate dieſer Umlaufszeiten im Verhältniſſe der Cuben jener Entfernungen ſtehen. Eben ſo verhält es ſich nun mit der Entfernung des, dagegen die Erde in Gemäßheit ihrer Anziehungskraft umkreiſenden Mondes beim Bezug auf die, durch die nämliche Kraft zum freien Falle gegen die nähere Erdoberfläche ſollicitirten Körper, welchen Fallraum wir vorn, eben aus der Theorie des Pendels, in der erſten Secunde = 15,09 Pariſer Fuß gefunden haben. Aus der ſpeciellen Größe dieſes Fallraumes läßt ſich aber (gerade wie wir es — Gravitation, S. 688. — für den bloß entfernteren, aber darum nicht weniger auch gegen die Erde „fallenden" Mond gemacht haben) offenbar die Zeit ableiten, binnen welcher ein in dieſer größeren Nähe, die wir = dem Erdhalbmeſſer (r) ſetzen können, zur Erde fallender Körper den etwas erweitert gedachten Umfang derſelben, z. B. einen vom Aequator wenig verſchiedenen Kreis, durchlaufen würde.* Nennt man aber ſodann dieſe Zeit t und die periodiſche Umlaufszeit des Mondes T, ſo hat man nach der obigen Kepler'ſchen Regel den geſuchten Abſtand x des letzteren von der Erde aus der Proportion $t^2 : T^2 = r^3 : x^3$; und man ſieht, was ich eben darzuthun hatte, daß dieſe Proportion lediglich auf der genauen Kenntniß des Fallraumes (g) in der erſten Secunde, welchen wir oben durch Beziehung auf die Länge des mathematiſchen Secundenpendels ermittelt hatten, begründet iſt. Die numeriſche Ausführung der Rechnung gewährt ein mit dem auf anderem Wege (Mond, S. 146) gefundenen ſehr wohl übereinſtimmendes Reſultat; ich gebe, da es mir wieder nur mehr um Aufklärung des Princips zu thun war, dieſe numeriſche Operation aber den Leſern ſelbſt anheim, beſchließe hiermit, wie geſagt, den zweiten Abſchnitt unſerer Pendelbetrachtung, und komme nunmehr in der bevorworteten Ordnung zum

3) Ungleichen Gang der Pendel (zum roſtförmigen Pendel und zur Compenſation überhaupt).

Die bis hierher unterſuchte Bewegung der Pendel findet ſich nämlich, wie ich auch ſchon vorn bei Erläuterung der Huygens'ſchen Einrichtung der Pendeluhren angedeutet habe, zunächſt durch den Widerſtand der Luft und durch das Reiben am Aufhängungspuncte beeinträchtiget. Aus dieſen Urſachen wird der Schwung des Pendels (ich ſpreche hier vom Pendel in der reinen Bedeutung des Wortes, nicht von der Verbindung mit dem Uhrwerke, wodurch jene Behinderung compenſirt wird) immer kleiner, und daſſelbe ſteht endlich in der Verticale ganz ſtill, da ſonſt die Schwungbewegung natürlich ohne Ende fortdauern (und das Pendel alſo ein „Perpetuum mobile" abgeben) würde.

Hierbei verlängert ſich, wie man leicht einſieht, die Dauer des Niederganges etwas, indem die aufgehaltene Pendelſtange ſpäter in die verticale Lage gelangt; die Dauer des Aufſteigens verkürzt ſich dagegen, indem der beſchriebene Bogen kürzer wird, — und die ganzen Schwünge bleiben daher, erfahrungsgemäß, dennoch ziemlich lange unter ſich gleich.* Der Wi-

* Ich ſehe hier eine Einwendung auf den Lippen meiner Leſer ſchweben. Denken wir uns alſo dieſen fallenden Körper als einen die Erde, durch Verbindung von Fall und Impuls in ſo großer Nähe umkreiſenden zweiten Mond, daß ſeine Bahn wenig größer als der Aequator, und ſeine Fallgröße in der Secunde daher = g wäre. Dieß wohl gewählte Gleichniß beſeitiget jede Einwendung.

* So drücken ſich wenigſtens die Lehrbücher gewöhnlich aus. Mir ſcheint es indeß noch beſſer, überhaupt zu ſagen: die ganzen Schwünge verhalten ſich ziemlich lange iſochroniſch, weil die Bewegung des Pendels zwar einerſeits langſamer wird (weil daſſelbe zur Beſchreibung gleich groß bleibender Bögen mehr Zeit gebrauchen würde), anderſeits aber auch immer nur kleinere Bögen zurückzulegen ſind.

derſtand der Luft wirkt begreiflich in dem Maße ſtärker, in welchem die beſchriebenen Bögen größer und die Gewichte im Vergleiche zu ihren Flächen kleiner ſind (vergl. das oben über die „*Linſenform*“ Geſagte), und alſo kann ein Pendel (wie ich deßhalb auch ſchon oben ſo ſorgfältig hervorgehoben habe) von mehrerem Gewichte *in der Luft* ſchneller ſchwingen, als ein gleich langes leichteres, *obgleich das Gewicht* (ſ. ebenfalls vorn) *auf die Schwungbewegung an ſich keinerlei Einfluß hat.*

Hauptſächlich aber wirken auf den Gang der Pendel die *Abwechslungen der Temperatur* ein: denn die Wärme dehnt unausnamentlich alle Körper aus, die Kälte zieht ſie zuſammen; und alſo muß auch die Pendelſtange bei der erſteren *länger*, bei der letzteren *kürzer* werden. Aus dieſem Grunde geht das Pendel im Sommer langſamer, im Winter ſchneller, und der Unterſchied ſteigt (wie ich wohl kaum hinzuzufügen brauche, in *ungeheizten* Räumen, z. B. in den aſtronomiſchen Obſervatorien) für *gewöhnliche* Pendeluhren durchſchnittlich auf 30 Secunden täglich.

Auf Beſeitigung dieſer, zumal bei genauerer *aſtronomiſcher* Anwendung ſo äußerſt bedenklichen Inconvenienz kann daher ſchon zu Anfange des vorigen Jahrhunderts der uns aus dem Art. *Compenſation*, in welchem der vorliegende Gegenſtand überhaupt ausführlicher behandelt wird, und welchen ich demnach zu vergleichen bitten muß, bekannte Engliſche Uhrmacher *Graham*. Er fiel, wie ich zur Vervollſtändigung jenes Artikels hier nachträglich anführe, anfänglich darauf, die Pendelſtangen von Ebenholz oder Nußbaum zu nehmen, weil zumal ſolches Holz nach der Länge der Faſern nicht merklich ausgedehnt wird (die Leſer finden dergleichen Pendelſtangen deßhalb noch oft in den ſogenannten Probiruhren der Uhrmacher, und die Erfahrung muß alſo doch für die Anwendbarkeit ſprechen); allein das Holz iſt dagegen wieder dem Fehler ausgeſetzt, daß es ſich durch den andern Wechſel der Feuchtigkeit und Trockenheit wirft (krümmt); und ſo ſah ſich denn *Graham* zuletzt auf das in der Ueberſchrift genannte „*roſtförmige*“ Pendel geführt, von welchem die Figur 1. der Tafel III. des erſten Bandes unſeres Werkes und die Beſchreibung eben im citirten Art. *Compenſation*, S. 197, den deutlichſten Begriff gewährt, und deſſen Princip ich nur zur plangemäßen kürzeren Ueberſicht nochmals in die Worte zuſammendränge, daß ſich dabei die Verlängerung der metallenen *Pendelſtange* in *Einem* Sinne durch die Ausdehnung des ſie tragenden *Rahmes* von einem andern Metall im *entgegengeſetzten* Sinne „*compenſirt*“ findet (daher der Name).* Gegenwärtig wendet man, zumal für *aſtronomiſche* Pendeluhren, noch lieber und häufiger die „Queckſilber-*Compenſation*“ (S. 198.) an, indem man, ſtatt der gewöhnlichen Linſe, ein mit Queckſilber gefülltes Gefäß nimmt, in welchem letzteren das erſtere bei Temperaturwechſeln eben ſo ſteigt und fällt, als ſich die Pendelſtange dagegen verlängert oder verkürzt, demgemäß der *Mittelpunct des Schwunges* in einem unveränderten Abſtande vom Aufhängungspuncte erhalten wird.

Mehr werde ich, indem ich nur die Vergleichung des citirten eigenen Artikels, welcher den gegenwärtigen Vortrag ergänzt, nochmals empfehle, über „Compenſation“ *hier* nicht beibringen dürfen, und gehe alſo ſchließlich zu der auch noch verheißenen

4) Betrachtung einiger neueren Verfeinerungen der Pendel-Anwendung

über, deren Theorie man nach den deßhalb voraufgeſchickten Sätzen, bevorwortetermaßen, nun leichter auffaſſen wird.

Dahin gehört aber ganz beſonders das mit Verweiſung hierher ſchon oben erwähnte, zuerſt von dem Engliſchen Schiffs-Capitain *Kater* zu den feinſten Meſ-

* An manchen kleineren Pendeluhren gewahrt man kurz über der Linſe eine Art von Nachahmung jener *Graham'ſchen* Einrichtung, ſie iſt aber meiſtens nur Zierrath; und ich erwähne ihrer hier bloß, um gleich einem Zweifel der Leſer wegen des Grundes oder Urſprunges dieſer Hinzufügung zu begegnen.

ſungen praktiſch angewendete * und nach ihm mit dem Namen des „Kater'ſchen Reverſions- (auch des unveränderlichen) ** Pendels belegte Inſtrument. Die Königliche Societät zu London hatte nämlich zu Anfange des laufenden Jahrhunderts den Plan entworfen, ein Fundamentalmaß (vergl. Maß, S. 84.) auf die genaueſte Beſtimmung der Länge des mathematiſchen Secundenpendels für eine beſtimmte geographiſche Breite (worauf ich hier zurückkommen wollte) zu begründen, *** und eben den Capitain Kater mit den dießfallſigen Pendelbeobachtungen in verſchiedenen Breiten beauftragt. Das Princip der von ihm dazu erſonnenen Einrichtung beſteht, wie wir hier als Erfahrungsſatz betrachten wollen, darin, daß, wenn in der Länge der Stange eines phyſiſchen Pendels, welches an einem beſtimmten Orte z. B. Secunden ſchwingt, zwei gleiche (keilartige Zapfen, oder, dem gewöhnlichen Ausdrucke gemäß) „Meſſerſchneiden" (zum Aufhängen mit möglichſter Vermeidung aller Reibung in der vorn bevorworteten Art) dergeſtalt angebracht ſind, daß ſich ihre Grundflächen parallel finden, ihre Schneiden aber in die Axe der Stange fallen, und das Pendel nun bei einem gewiſſen, durch Verſuche zu beſtimmenden Abſtande dieſer Schneiden, es werde auf der einen oder mit Umkehrung („Reverſion") auf der andern aufgehängt, gleich viel Schwingungen in gleichen Zeiten macht, jener Abſtand der Schneiden * auf der Stange des phyſiſchen Pendels genau der Länge des entſprechenden mathematiſchen, alſo in dieſem Falle der geſuchten Länge des mathematiſchen „Secunden-" Pendels gleich ** iſt, welche man ſomit wirklich und unmittelbar auf ſeinem transportablen phyſiſchen Pendel beſitzt.

* „Erfundene" wage ich nicht zu ſagen, denn ich treffe die Idee dieſer Einrichtung ſchon in der (viel citirten) „Aſtronomie." Von Bohnenberger (dem verewigten Tübinger Aſtronomen). Tübingen. 1811. gr. 8. S. 448. an, wo auch der Beweis des gleich folgenden Princips des „Reverſionspendels."

** „Unveränderlich," weil man beim Gebrauche an verſchiedenen Orten der Erde, und wobei ſich alſo, auseinandergeſetztermaßen, die abſolute Länge des in gleichen Zeiten gleich viel Schwingungen machenden Pendels ändert, die Länge dieſes („Reverſions"-) Pendels gleichwohl unverändert läßt, und ihr Verhältniß zu einer beſtimmten Länge vielmehr (wie wir es oben gemacht haben) nur aus der ſich ändernden Anzahl der Schwingungen ableitet.

*** Ich finde dieſen Vorſchlag ſchon bei Bode in der viel citirten „Kenntniß der Erdkugel." 2. Aufl. Berlin. 1803. gr. 8. S. 200. — Es ſcheint jedoch nicht, als wenn Kater's Ermittlungen für das Engliſche Maßſyſtem beſtimmend werden würden, gleichwie dieß (vgl. Maß, S. 81.), als Reſultat einer ähnlichen Unternehmung, dagegen für das Franzöſiſche wirklich der Fall geworden iſt.

* Man nützt, um dieſen gegenſeitigen Abſtand der Meſſerſchneiden von einander bald zu finden, den ſchon oben mit Verweiſung hierher hervorgehobenen Umſtand, daß eine ſehr kleine, an einem zarten (z. B. ungeſponnenen Hanf- oder — vgl. unten — Metall-) Faden von ſolcher Länge hangende Metallkugel, daß Secunden geſchwungen werden, als ein mathematiſches „Secunden"-Pendel angeſehen werden kann, indem bei dieſer Einrichtung der Schwingungspunct mit dem Mittelpuncte der Kugel äußerſt nahe zuſammenfallt. — Dieſe Länge bezeichnet alſo ſchon den Abſtand, welcher durch die nachherige Forderung der Gleichzahl der Schwingungen vor und nach der Umkehrung vollkommen berichtiget wird.

** Dieß heißt alſo, um es mit nur andern Worten nochmals zu reſumiren: In der Länge der Stange eines jeden phyſiſchen Pendels gibt es zwei, einander gegenüber liegende Puncte, in denen das Pendel, ſtatt wie gewöhnlich aufgehängt, dennoch beidemal eben ſo (wie gewöhnlich aufgehängt) ſchwingt, und deren gegenſeitiger Abſtand, dem Principe gemäß, die Länge des, dieſem „phyſiſchen" Pendel entſprechenden mathematiſchen (in gleicher Zeit gleich viel Schwingungen machenden) Pendels abgibt.

Wenn nun, um jetzt den allgemeinſten Begriff von der Anwendung des ſo eingerichteten Inſtruments zu geben, zuerſt das phyſiſche Pendel bei der gewöhnlichen Aufhängung an einem beſtimmten Orte Secunden ſchwingt, ſo wird bei der nachherigen ſucceſſiven Aufhängung auf beide Meſſerſchneiden auch das ſo erlangte (zugehörige mathematiſche, — das) „Reverſionspendel“ (beide Mal) die dieſem Orte entſprechende gleiche Anzahl von Schwingungen machen, welche Anzahl wir mit n bezeichnen wollen. An einen andern Ort gebracht, wo die (vergl. oben) Schwerkraft der Erde anders wirkt, ſchwingt das phyſiſche Pendel (von alſo unverändert gebliebener Länge) natürlich keine genauen Secunden mehr, die Anzahl ſeiner Schwingungen in der nämlichen Zeit iſt eine andere; und eben ſo findet ſich auch die Anzahl der Schwingungen des nicht weniger unverändert lang gelaſſenen, mathematiſchen (des „Reverſions“-) Pendels anders, z. B. = n′. Die Längen der Pendel ſind aber, wie oben gezeigt worden, im umgekehrten Verhältniſſe der Quadrate der Schwingungsanzahlen für gleiche Zeiten, und wenn alſo die Länge des „Reverſionspendels“ (des mathematiſchen) am Ausgangsorte für n Schwingungen = l geweſen war und nun am zweiten Orte für hier beobachtete n′ Schwingungen berechnet werden ſoll, ſo folgt ſie (x) ſogleich und unmittelbar aus der Proportion $x : l = n^2 : n'^2$. — Der Vortheil beſteht demnach darin, daß man bei Anwendung des „Reverſionspendels“ nicht, wie oben, bloß mit phyſiſchen Pendeln operirt, und aus den ſo erhaltenen Reſultaten erſt die Reduction auf die Länge der entſprechenden mathematiſchen vornimmt, welche Reduction, angeführtermaßen, ihre vielen Schwierigkeiten hat, ſondern daß bei dieſer Einrichtung vielmehr die Länge des mathematiſchen Secundenpendels an einem zweiten Orte unmittelbar aus dieſer Länge des mathematiſchen Secundenpendels am erſten (dem, ſo zu ſagen, Normal-) Orte erhalten wird. Zugleich gewährt eine derartige wirkliche Verbindung des mathematiſchen mit dem phyſiſchen Secundenpendel, auf deſſen Stange ſich die Länge des erſteren ſolchergeſtalt ſinnlich bezeichnet findet (nicht erſt durch die vorangeführten Formeln bloß rechnend und alſo imaginär hinzugefügt werden ſoll), den Vortheil einer gegenſeitigen Controle der Schwingungs-Anzahlen; — und ich habe dieſe Art der Darſtellung mit Uebergehung mancher techniſchen Modificationen ausgewählt, weil ſie mir die Erlangung des deutlichſten Begriffes von der Sache ſelbſt, worauf es mir für meine Leſer eben ankommt, beſonders zu begünſtigen ſchien.*

Eine andere, zu den feinſten Meſſungen dienende neuere, und alſo in dieſe betreffende Abtheilung unſerer Pendelbetrachtungen gehörende, auch ſchon vorn mit Verweiſung hierher angedeutete Pendel-Einrichtung hat der jetzt verewigte

* Wäre die Forderung nämlich die allgemeine, zu jedem beliebigen phyſiſchen (nicht bloß zu dem oben alsbald gewählten Secunden-) Pendel das zugehörige mathematiſche (das „Reverſions“-) Pendel zu finden, ſo könnte man in jenem phyſiſchen erſt eine der beiden Meſſerſchneiden paßlich anbringen, daſſelbe daran aufhängen, die ſo Statt findende Schwingungsanzahl beobachten, und nun die Länge des Fadenpendels von gleicher Schwingungsanzahl ſuchen, welche den Abſtand der danach einzuſetzenden zweiten Meſſerſchneide von der erſteren vorläufig gäbe. Zugleich aber müßten ſich dann an der Pendelſtange Laufgewichte befinden, durch deren Verſchiebung hiernächſt die allergenaueſte Uebereinſtimmung der Schwingungen (ihrer Anzahl) bei Aufhängung des Pendels auf einer oder der andern Meſſerſchneide bewirkt würde, oder man könnte auch zum nämlichen Zwecke, nach Befinden, vom obern oder untern Ende der Stange etwas wegnehmen (abfeilen). Dadurch würde zwar ihre Länge, und alſo (in beiden Fällen) die Schwingungsanzahl des phyſiſchen Pendels verändert, aber, wie man leicht einſieht, dagegen ſeine eben verlangte genaueſte Uebereinſtimmung mit dem ſolchergeſtalt auf der Stange wirklich bezeichneten mathematiſchen Pendel bewirkt.

große Königsberger Aſtronom Beſſel durch Verbindung einer kleinen Metallkugel mit einem überaus feinen Metallfaden (ſtatt des erwähnten, ſonſt gebräuchlichen Hanffadens) ausgeführt, und dabei noch manche andere, die Pendeltheorie betreffende Subtilitäten angeregt, deren Verfolgung mich indeß über den Plan unſeres Werkes hinausführen würde.* Leſer, welche danach verlangen, verweiſe ich daher beſſer auf das eigene Werk darüber: „Unterſuchungen über die Länge des einfachen Secundenpendels.“ Von F. W. Beſſel. Berlin. 1828. 4. — womit Sie das ſchon oben citirte Werk deſſelben würdigen Gelehrten: „Unterſuchungen über die Kraft, mit welcher die Erde Körper von verſchiedener Beſchaffenheit anzieht“ (mit welcher die Erdanziehung auf das Pendel wirkt, je nachdem deſſen Linſe aus Metall oder Holz, Meteorſtein u. ſ. w. beſteht). Berlin. 1832. 4. — verbinden können. Eine ausführliche Entwicklung der Lehre vom Pendel enthält ferner der betreffende Artikel in der viel citirten neuen Ausgabe von Gehler's phyſikaliſchem Wörterbuche (welcher Artikel aber auch 102 Seiten gr. 8. faßt); — und mit dieſen literariſchen Nachweiſungen ende ich denn, da die hiſtoriſchen Notizen ſchon vorn eingeflochten ſind, dieſen vierten und letzten Abſchnitt der Lehre vom Pendel, und den Vortrag über den Gegenſtand überhaupt.

Perigäum, ſ. Erdnähe.

Perihelium, ſ. Sonnennähe.

Periode; Periodus; *Période.* So nennt man im Allgemeinen einen Zeitraum, nach deſſen Ablaufe dieſelben, namentlich aſtronomiſchen Erſcheinungen wieder eintreten. Hiernach wäre der Ausdruck mit „Cyklus“ gleichbedeutend; man bezeichnet z. B. (vergl. d. A. S. 214) durch „Mond-Cykel“ denjenigen 19jährigen Zeitraum, nach deſſen Ablaufe die Neumonde wieder auf die nämlichen Jahrestage fallen, welches ganz in die obige Definition paßt. Indeß iſt es gebräuchlicher, mit dem Ausdrucke „Periode“ vielmehr nur einen größeren und mehrere ſolche „Cykel“ einſchließenden Zeitraum zu bezeichnen. So habe ich z. B. ſchon in dem Separat-Artikel:

Dionyſiſche Periode, das Entſtehen dieſer „Periode“ aus der Vereinigung des eben erwähnten, nur 19jährigen Mond-Cykels mit dem Sonnen-Cykel (ſ. Cykel, S. 218) von 28 Jahren zu einer Dauer von (19 . 28 =) 532 Jahren erklärt; — und in ähnlicher Art wird, wenn auch nicht gleichfalls wegen Einſchließens „mehrerer Cykel,“ doch wegen der längeren Dauer von faſt 1500 Jahren auch der nicht weniger in einem Separat-Artikel behandelte Hundsſtern-Cykel der Aegypter häufig unter dem Namen der

„Hundsſtern“-Periode

aufgeführt.

Die Chronologie nennt noch mehrere ſolche Perioden; es iſt aber von denſelben außerdem vorzugsweiſe nur die

Julianiſche Periode; Periodus *Juliana; Période Julienne,* im Gebrauche, auf welche ich mich daher nach den voraufgehenden allgemeinen Bemerkungen* ſpeciell allein noch beſchränke. Dieſe „Julianiſche Periode“ iſt aber ein Zeitraum von 7980 Jahren, nach deſſen Ablaufe das Julianiſche (daher der Name) Jahr (365¼ Tage) im (vergl. wieder Cykel l. c. und flgd.) eben erwähnten Mond-, im Sonnen- und

* Dagegen ſchreibt mir dieſer Plan vor, die erhabenſten Geſichtspuncte anzudeuten, unter denen ſich die behandelten Materien betrachten laſſen; und dahin gehört (Gravitation, S. 720.) Pontécoulant's Bezeichnung der planetariſchen Perturbations-Oscillationen um eine Bahn-Conſtanz, welche Er als „immenses *pendules* de l'éternité“ bezeichnet, „qui battent les siècles comme les nôtres battent les secondes.“ — Vortreffliches Gleichniß!

* Ich habe denſelben bloß noch hinzuzufügen, daß man den Anfang einer Periode mit dem Ausdrucke Epoche (hier alſo — vergl. d. A. S. 338 — im chronologiſchen Sinne) zu bezeichnen pflegt und daher z. B. „eine Epoche machende Begebenheit“ ſagt. So iſt Chriſti Geburt die „Epoche“ (der Periode) der chriſtlichen Zeitrechnung.

Indictions-Cykel wieder Einerlei Zahl bekommt.

Joſeph Scaliger (der meinen Leſern aus andern Studien bekannte, als Profeſſor zu Leiden 1609 verſtorbene Polyhiſtor) hat („De emendatione temporum,“ *Josephi Scalegeri* opus novum, absolutum, perfectum. Francf. 1593. Fol.) den Gebrauch dieſer Periode in der Chronologie (dieſer — vergl. d. A. — ſo wichtigen aſtronomiſchen Hilfswiſſenſchaft) eingeführt, und ſie iſt auch, wie ich nun gleich näher zeigen werde, in der That ſehr bequem zur Vergleichung der Zeitrechnungen verſchiedener Völker, über deren älteſte Geſchichte ſie, wenigſtens ſo weit ſich unſere hiſtoriſchen Kenntniſſe erſtrecken, nicht nur noch hinausreicht, ſo daß auch die früheſten Begebenheiten noch auf ſie bezogen werden können, ſondern in der ſie doch auch jedes Jahr durch beſtimmte Merkmale bezeichnet, indem in der ganzen Periode durchaus nicht zwei Jahre vorkommen, welche in allen drei von ihr umfaßten, eben angegebenen Cykeln übereinſtimmende Zahlen hätten. *

Der Mond-Cykel beſteht nämlich aus den angegebenen 19, der Sonnen-Cykel aus 28 und der Indictions-Cykel aus 15 Jahren, und das Product dieſer drei Zahlen (19 . 28 . 15) gibt die obige Dauer der Periode von 7980 ** Jahren.

Wenn man von einem beſtimmten Jahre den Mond-Cykel (m), den Sonnen-Cykel (s) und den Indictions-Cykel (i; vergl. nochmals Cykel, S. 215 und 219) weiß, ſo berechne man die allgemeine Formel

$$\frac{4200\ \mathrm{m} + 6916\ \mathrm{s} + 4845\ \mathrm{i}}{7980};$$

der Reſt der Diviſion iſt alsdann die Zahl dieſes Jahres in der Julianiſchen Periode. * So wird man (ſ. d. vorausgehende Anmerk.) z. B. finden, daß das erſte Jahr der chriſtlichen Zeitrechnung (das — vergl. Kalender, S. 874, wo hierher verwieſen iſt — mit demjenigen 1ſten Januar anhebende Jahr, welcher dem 25ſten Decbr., an dem Chriſtus geboren ſeyn ſoll, zunächſt folgte), und welches im Mond-Cykel das zweite, im Sonnen-Cykel das zehnte, im Indictions-Cykel das vierte war, in der Julianiſchen Periode das (ſ. die Anmerk.) 4714te geweſen iſt.

Man hat alſo zu der Jahreszahl der jetzigen chriſtlichen Zeitrechnung immer (4714 — 1 =) 4713 * hinzuzurechnen,

* Der jetzt verewigte Berliner Hofaſtronom Ideler ſagt daher im viel citirten „Handbuche der Chronologie.“ I. 76. auch von dieſer „Periode“: „Man kann mit Rechte behaupten, daß erſt ſeit ihrer Einführung Licht und Ordnung in die Chronologie gekommen iſt.“

** Da dieſe drei Zahlen 19, 28, 15 Primzahlen unter ſich ſind (keinen gemeinſchaftlichen Diviſor haben), ſo kann auch erſt nach Ablaufe der obigen, durch ihr Product (19 . 28 . 15 =) 7980 bezeichneten ganzen Reihe von Jahren der urſprüngliche Fall wieder vorkommen, daß ein nämliches Jahr neuerdings dieſelbe Zahl in allen drei Cykeln erhielte; im Laufe der Periode tritt derſelbe nicht ein. Es iſt z. B. das 1ſte Jahr der chriſtlichen Zeitrechnung, als das 4714te dieſer Periode, im Mond-Cykel das $\left(\frac{4714}{19}\right.$ läßt zum Reſte$\left.\right)$ 2te, im Sonnen-Cykel $\left(\frac{4714}{28}\right)$ das 10te, im Indictions-Cykel $\left(\frac{4714}{15}\right)$ das 4te, hat alſo in jedem der drei Cykel einen anderen „Charakter.“

* Die Frage: das wievielſte ein durch ſeine Nummer im Mond-, im Sonnen- und im Indictions-Cykel bezeichnetes Jahr in der Julianiſchen Periode ſey? iſt eine Aufgabe der unbeſtimmten Analytik, deren Auflöſung mit ziemlich vieler Rechnung auf den obigen Ausdruck führt. Ich begnüge mich daher mit der bloßen Anführung deſſelben, und verweiſe wegen der Demonſtration auf Käſtner's (des Göttinger Mathematikers) „Mathematik.“ 4. Aufl. Götting. 1792. kl. 8. 2ten Theiles 2te Abtheil. S. 477. Auch der Art. „Cykel“ in der neuen Aufl. von Gehler's „Phyſikal. Wrtb.“ enthält, wie ich eben finde, eine ſolche.

** „4713,“ nicht 4714, denn das Jahr 1

um das entſprechende Jahr der „Julianiſchen Periode“ zu haben; und unſer laufendes Jahr 1846 nach Chriſtus iſt demgemäß das (1846 + 4713 =) 6559te in derſelben. Die Leſer treffen dieſe, ſolchergeſtalt erklärte Bezeichnung noch in manchen Kalendern an. — Iſt dagegen ein Jahr vor Chriſti Geburt gegeben, ſo muß man, Behufs der Beziehung auf dieſe Periode, die betreffende Zahl (ſ. d. Anmerk.) natürlich von jenen 4714 abziehen; Julius Cäſar unternahm ſeine Kalenderverbeſſerung z. B. 45 vor Chriſtus, d. h. im (4714 — 45 =) 4669ten Jahre der Periode.

In dieſer Art dient die Julianiſche Periode zur allgemeinen Vergleichung aller Zeitrechnungen. So fällt Roms Erbauung (wenn man dabei Varro's Rechnung zu Grunde legt) in das 3961ſte Jahr der Periode; und Conſtantin der Große iſt im Jahre Roms 1059 zur Regierung gekommen, demgemäß ſein Regierungs-Antritt dem Jahre (3960 + 1059 =) 5019, und (5019 — 4713 =) 306* der chriſtlichen Zeitrechnung entſpricht.

Näheres hierüber in Ideler's ſchon oben citirtem „Handbuch der Chronologie.“ Berlin. 1825. 2 B. gr. 8., woraus das „Lehrbuch der Chronologie.“ Ibid. 1831. gr. 8. ein Auszug iſt. Noch ausführlicher: „Die Chronologie in ihrem ganzen Umfange.“ Von Matzka. Wien. 1845. gr. 8. Kornik: „Syſtem der Zeitrechnung in Tabellen.“ Berlin. 1825. Folio, und endlich „L'art de vérifier les dates.“ Neue Ausgabe. Paris. 1818 flgd.

der chriſtlichen Zeitrechnung ſoll dem Jahre 4714 (= 1 + 4713) der Periode entſprechen. — Bei den Jahren vor Chriſtus dagegen muß der Abzug von den 4714 erfolgen, indem z. B. 1 vor Chriſtus offenbar = dem Jahre (4714 – 1) 4713 der Periode iſt.

* Denn man muß, der vorſtehenden Anweiſung gemäß, zum Jahre Chriſti (hier 306) 4713 addiren, um das entſprechende Jahr der Periode (306 + 4713 = 5019) zu erhalten. — Mit der eben angeführten Jahreszahl der 3960 ſtatt 3961 verhält es ſich, wie man nun gleich überſieht, ganz ſo.

Periodiſcher Monat, ſ. Monat, S. 140.

Periodiſche Umlaufszeiten (tropiſche und ſideriſche, im Gegenſatze der ſynodiſchen) der Planeten, ſ. d. betreffende Tabelle in Weltſyſtem; des Mondes, ſ. Monat, S. 139.

Perioeci, ſ. Nebenwohner.

Periscii, ſ. Umſchattige.

Perpetuum mobile. Ich erwähne der Sache hier bloß, weil ich das Pendel (vergl. d. A. S. 289.) ſo bezeichnet habe, indem daſſelbe, einmal angeſtoßen, abgeſehen von aller Reibung, allem Luftwiderſtande u. ſ. w. ſeine Schwingungen, alſo nach Art eines ſolchen „Perpetuum mobile,“ auch beſtändig fortſetzen würde. — Pontécoulant (vergl. Gravitation, S. 720) betrachtet die planetariſchen Perturbations-Oscillationen um eine Bahn-Conſtanz eben unter dieſem Geſichtspuncte eines „Perpetuum mobile,“ nämlich als „d'immenses pendules de l'éternité, qui battent des siècles, comme les nôtres battent les secondes!“ —

Perſpective; Perspectiva; *Perspective.* Wegen der früheren Anwendung dieſes Ausdruckes für Optik ſ. d. letztern Art. Jetzt verſteht man darunter die „Fernſcheinlehre,“ welche uns anweist, wie die aus einer gewiſſen Entfernung erſcheinenden Gegenſtände darzuſtellen ſind. Unter dieſem Geſichtspuncte würde alſo z. B. die Erſcheinung und Darſtellung der Mondhalbkugel als Scheibe hierher gehören, worüber ſich das Nähere in Mondcharte findet (und womit man die Art. Landcharten und Projectionen vergleichen kann).

Perſpectiv, ſ. Fernrohr, S. 437, indem der Ausdruck häufig für das (kleinere) Galilei'ſche Fernrohr gebraucht wird, wie man daſſelbe als Taſchen- (Theater-) Inſtrument („Perſpectiv“) anwendet.

Perturbationen, „Störungen“ des Laufes der Himmelskörper (namentlich der Haupt- und Nebenplaneten); Pertur-

bationes motuum coelestium s. Planetarum; *Perturbations des mouvements célestes.* Die durch wechſelſeitige Gravitation gegen einander ſelbſt hervorgebrachten Abweichungen der Himmelskörper, namentlich unſeres Sonnenſyſtems, von der reinen elliptiſchen Bewegung. Wenn ein einziger Planet um die Sonne, als den Centralkörper des Syſtems, liefe, ſo würde derſelbe in Gemäßheit des ſodann auf dieſe beiden Körper beſchränkten gegenſeitigen Gravitations-Einfluſſes (Gravitation, S. 705) auch ſtets dieſelbe genaue (reine) Ellipſe um den Schwerpunct beider Weltkörper beſchreiben; da aber mehrere Geſtirne dieſen Umlauf miteinander ausführen, ſo müſſen ſie ſich, der (im citirten Artikel nachgewieſenen) unbedingten* Gegenſeitigkeit der Anziehungswirkung wegen, einander dabei nothwendig in jener „reinen“ elliptiſchen Bewegung „ſtören“; und die ſolchergeſtalt für einen jeden von ihnen durch die Einwirkung aller übrigen auf ihn, und ſeine Gegenwirkung auf ſie übrigen alle entſtehenden „Abweichungen von dem,“ wie geſagt, „ſonſt reinen Umlaufe in der elliptiſchen Bahn (Geſchwindigkeits-Aenderungen in ihr, und — vergl. unten — Ausbiegungen aus ihr) ſind nun eben die hier zu betrachtenden „Perturbationen.“ **

Dieſe bloße Entwicklung ihres Begriffes weist alsbald auf eine, deßhalb auch ſogleich hervorzuhebende, aus der Natur des Vorganges ſelbſt und der denſelben alſo veranlaſſenden Gravitationskraft entſpringende weſentliche Verſchiedenheit der Perturbationen unter ſich hin, der zu Folge ſie in zwei große Kategorien zerfallen. Letztere Kraft wirkt nämlich, wie wir aus dem betreffenden Artikel wiſſen, nach der doppelten Maßgabe der gegenſeitigen Entfernung und der Maſſen der dieſe reſpectiven Perturbations-Einflüſſe verurſachenden und erleidenden Weltkörper. Jene gegenſeitige Entfernung ändert ſich aber während jeder Umlaufs-Periode; die verſchiedenen Planeten treten dabei, mit gleichzeitigem Bezuge auf andere Bahnpuncte, ſtets in andere „Configurationen“,* welche jedoch natürlich auch nach denſelben Perioden und alſo in nicht zu langen Zeiträumen wiederkehren; — und die daher rührenden, wie geſagt, auf dieſe periodiſchen Configurationen bezüglichen „Perturbationen“ (ein Beiſpiel hinten) hat man deßhalb periodiſche genannt und als erſte Kategorie bezeichnet. Freilich kommen auch dabei die Planeten-Maſſen in Betracht; allein dieſe letzteren üben hiernächſt zugleich noch einen, von aller beſtimmten Configuration ganz unabhängigen, allgemeinen und beſtändig fortdauernden** Einfluß aus; — und den da-

* „Unbedingte,“ alſo nicht weniger auch eine Rückwirkung der umlaufenden Körper (Planeten) auf den umlaufenen (den Central-) Körper (die Sonne) einſchließende „Gegenſeitigkeit,“ wie ſchon aus der eben gemachten Subſtitution des „gemeinſchaftlichen Schwerpunctes“ ſtatt der Sonne ſelbſt hervorgeht; — ich zeichne den Umſtand indeß, des Folgenden wegen, gleich noch beſonders aus.

Noch erinnere ich, mit weiterem Bezug auf den beſondern Artikel, daran, daß man die Theorie dieſer Störungen Eines, den Centralkörper umlaufenden Himmelskörpers durch jeden der ſucceſſiv zu betrachtenden andern, alſo durch Einen dritten, daher in vollkommenſter Allgemeinheit das „Problem der drei Körper“ nennt. — Auch hierauf führt mich ſchon das Folgende zurück.

** Dieſe bloße Erklärung zeigt bereits, daß das Princip der Perturbation nicht auf unſer Syſtem eingeſchränkt ſeyn kann, ſondern als eine nothwendige Conſequenz der Gravitation (Seite 690), auch, gleich dieſer Kraft, von Himmel zu Himmel reicht, und alſo das Univerſum beherrſcht. — Dieſe hier gemachte Einſchränkung auf unſer Syſtem iſt demnach lediglich eine, durch die Enge der Wiſſenſchaft ſelbſt geſteckte Grenze.

* Vergl. d. Art., obwohl der Ausdruck dort mehr in dem engeren Bezuge bloß auf die Nebenplaneten, die gegenſeitigen Stellungen der Jupiters-Saturns-Monde gebraucht iſt.

** Man könnte dieſen Einfluß als einen, „vom bloßen Mitvorhandenſeyn ohne allen Bezug auf die beſtimmte gegenſeitige Stellung abhängigen“ bezeichnen.

von abhängigen, alſo auf die längſten Zeiten ausgedehnten, die reine elliptiſche (vergl. d. Anmerk.) Bahnform alterirenden Wirkungen iſt daher, im Gegenſatze jener periodiſchen, die ihren eigenthümlichen Charakter auch ſehr wohl ausdrückende Benennung der ſäcularen „Perturbationen,“ als zweite Kategorie, beigelegt worden.*

Nach dieſer Darſtellung der Allgemeinheit des Vorganges müſſen wir nunmehr wenigſtens die hauptſächlichſten

* Dieſer Unterſchied zwiſchen den „periodiſchen“ und „ſäcularen“ Störungen, auf welche letzteren ich übrigens in dem beſondern Art. Säculare Aenderungen, den ich zu vergleichen bitte, noch unter einem andern Geſichtspuncte zurückkomme, findet ſich ſelten ſcharf genug bezeichnet. Mädler („Selenographie.“ S. 7.) ſagt, „derſelbe ſey kein abſoluter, indem er ſich (welches in ſofern auch ganz richtig iſt) nur auf das Mehr oder Weniger (der Zeit) beziehe.“ Pontécoulant („Théorie analytique du Systême du monde.“ I. 340.) faßt die Sache dagegen unter dem obigen Geſichtspuncte auf. „Nous venons de voir,“ ſagt Er l. c., „qu'en vertù de l'action réciproque des corps du systême solaire, les *élémens* des orbites des planètes (indem natürlich jede eintretende Abweichung von der reinen Ellipſe die, wie ich oben mit Verweiſung hierher ſage, „Bahnform,“ und alſo die Elemente alterirt) étoient soumis à deux espèces de variations distinctes. Les unes, *indépendantes de la configuration de ces différents corps* et de leurs positions respectives qui redeviennent les mêmes après de courts intervalles, peuvent croître indéfiniment avec le temps, ou être assujetties à des periodes qui leur sont propres, mais dont la durée est toujours extrêmement longue. Les autres, au contraire, dépendent uniquement de la position (configuration) des planètes entre elles, ou de cette position à l'égard de leurs noeuds, de leurs aphélies etc., et reprennent les mêmes valeurs, toutes les fois que la disposition générale du systême redevient la même. Ces *dernières* ont été nommées *variations* („perturbations“) *périodiques*. Les élémens de l'orbite, en vertu de *cette* catégorie d'inégalités, ne font qu'osciller entre des limites qu'elles ne sauroient dépasser: leur effet se borne à changer à chaque instant la position qu'auroit la planète dans son orbite supposée invariable; et la stabilité du systême du monde n'en peut être altérée.

Les *premières*, au contraire, qui sont en même temps les plus importantes et les plus difficiles à determiner, ont été appelées *variations* („perturbations“) *séculaires*, parce que leurs accroissemens étant extrêmement lents, ce n'est qu'après un grand nombre d'années que leur effet peut se manifester. Elles font varier de siècle en siècle, et par degrés insensibles, la figure des orbites et leur position dans l'espace, de sorte que, comme leur action est permanente et continue, il est impossible de décider *a priori* si la *forme générale du systéme planétaire n'en sera pas à la longue entièrement altérée.*“

Meine Leſer ſehen, um was es ſich hierbei handelt; und gern drücke ich mich daher über dieſen ſo höchſt intereſſanten, mit der Frage nach der ewigen Dauer des Weltſyſtems, welche alſo auf dieſe Veranlaſſung berührt wird, in der engſten Verbindung ſtehenden Gegenſtand mit vielleicht eindringlicherer Deutlichkeit auch noch folgendergeſtalt aus.

Man kann die Bahn eines Planeten als eine Ellipſe betrachten, deren Elemente, genau genommen, allaugenblicklich Veränderungen durch den Einfluß der perturbirenden Kräfte der übrigen Himmelskörper erleiden, indem freilich eigentlich keine Störung des Ortes eines Himmelskörpers ohne gleichzeitige Affektion der Elemente, mit denen derſelbe zuſammenhängt, denkbar iſt. Allein die Rechnung lehrt, daß dieſer ſtörende Einfluß auf die Elemente der Bahn nicht durch alle Perturbationen auf eine gleiche Weiſe bewirkt wird. Bei einigen dieſer Perturbationen nämlich be=

der dabei eintretenden beſondern Umſtände näher in Betracht ziehen. Als ſeine Grundurſache in unſerem Syſteme haben wir ſogleich die gegenſeitige Anziehung der mehreren, den Centralkörper Sonne umkreiſenden (Haupt- und Neben-) Planeten auf ſich untereinander, gleichwie, der nachgewieſenen unbedingten Gegenſeitigkeit wegen, auch auf letzteren ſelbſt kennen gelernt. Dabei iſt aber zu erwägen, daß, wenn dieſe ſtörende Anziehung auf zwei Syſtemskörper durch einen dritten in parallelen Richtungen und mit ganz gleicher Stärke Statt hätte, daraus eine Veränderung in der gegenſeitigen Lage der beiden, die (ſtörende) Anziehung jenes dritten erleidenden Körper nicht entſtehen würde. Dieſer Satz, welcher, ſo allgemein gefaßt, von ſelbſt einleuchtet, wird für unſere Betrachtungen namentlich in dem Falle wichtig, in welchem das eine der beiden Geſtirne als Centralkörper, und das andere als Trabant auftritt; und wir haben z. B. ſchon im Artikel Mondungleichheiten, S. 182, geſehen, daß wenn ſich unſere Erde mit ihrem Mond-Trabanten in gleicher Entfernung von der Sonne befindet, die dann als in parallelen Richtungen erfolgend anzunehmende Anziehung der letzteren auf die beiden erſteren keinen ſtörenden („perturbirenden“) Einfluß ausübt, und der Mondlauf dadurch nicht alterirt wird, wogegen, wie man ebenfalls ohne weiteres zugibt, eine ſolche „Perturbation“ allerdings eintreten muß, ſobald einer dieſer beiden Körper der Sonne näher als der andere ſteht, demzufolge eine Verſchiedenheit der Anziehung Statt hat.

Ganz eben ſo verhält es ſich begreiflich in Abſicht auf einen, die Sonne umlaufenden Hauptplaneten; auch auf dieſes Syſtem, gleichwie auf das eben

ſchränkt ſich der Einfluß darauf, in der Größe der Elemente nur eine, wie geſagt, von der „Configuration“ abhängige und alſo hin und her ſchwankende, in enge und a priori überſehbare Grenzen eingeſchloſſene Veränderung hervorzubringen. Dieſe Art von Störungen, als die von uns dieſergeſtalt bezeichnete erſte Kathegorie, iſt an kurze Perioden gebunden; ſie heißt eben deßwegen periodiſch, und hat nur einen bald vorübergehenden, keinerlei Beſorgniß für die Dauer des Weltſyſtems erweckenden Einfluß.

Ganz anders verhält es ſich dagegen mit der zweiten Kategorie, mit den ſogenannten ſäcularen Störungen. Ihr Einfluß äußert ſich ſehr langſam und wird nur erſt nach Jahrhunderten bemerklich, woher ihr Name kommt; aber ſie verändern darum nicht weniger, mittelſt eines dauernden und ununterbrochenen Beſtrebens, die Elemente der Planetenbahnen, die Geſtalt und Lage dieſer Bahnen im Weltenraume; und es iſt, rückſichtlich ihrer, unmöglich, gleichwie bei den periodiſchen Störungen, a priori anzugeben, ob die allgemeine Form des Weltſyſtems durch ſie nicht einſt mehr oder weniger beeinträchtigt werden könne. Hier aber nun iſt es anderſeits auch, wo die bewundernswürdige Analyſis namentlich eines Laplace, und ſodann ſpäterer Geometer, welche, ſämmtlich mit Gewinnung des nämlichen Ergebniſſes, den von ihm eingeſchlagenen Weg verfolgt haben, ihren höchſten Triumph gefeiert hat. Sie zeigt (vergl. Himmelsmechanik, S. 777.), und zwar a posteriori, mit Ausdehnung auf die früheſten, ihr zu Gebote ſtehenden Beobachtungen, deren Reſultat als Probe der Rechnung aus den allgemeinen, von ihr gefundenen Ausdrücken ſelbſt wieder hervorgeht, daß die Stabilität des Sonnenſyſtems von der Unveränderlichkeit der großen Axen der Planetenbahnen (nicht der Lage, worauf ich unten komme, ſondern der Größe nach) und der Unüberſchreitbarkeit gewiſſer Grenzen der Veränderung der Excentricitäten und Neigungen dieſer Bahnen abhängig iſt, und daß dieſe Bedingungen ſich in der Wirklichkeit dergeſtalt erfüllt finden, daß ſelbſt für unendliche Zeiten hin unſer Syſtem nur um einen mittleren Stand der Ellipticität und Neigung der Bahnen ſeiner Planeten oscilliren, und dieſe, zur Erhaltung ſeiner ewigen Dauer erforderlichen Grenzen nimmer überſchreiten wird. — Der beſondere Artikel „Stabilitäts-Problem in der Aſtronomie“ wird uns übrigens auf dieſe hehre Betrachtung zurückführen.

angeführte Erd-Mondſyſtem, kann eine nach parallelen Richtungen eintretende, gleich große Anziehung eines dritten Körpers keine Aenderung* in der Gegenſeitigkeit hervorbringen; — und, um es nochmals hervorzuheben, zwei gleiche und parallele Anziehungen (ſtörende Einflüſſe) ändern alſo Nichts im Syſteme der dadurch ſollicitirten Geſtirne, und es iſt vielmehr immer nur die Verſchiedenheit der Anziehungen, welche eine Modification („Perturbation“) derjenigen Bahnbewegung veranlaßt, die ohne dieſen Einfluß Statt gefunden haben würde: der Mond findet ſich in

* Ich ſehe hier eine Einwendung auf den Lippen meiner Leſer ſchweben, welcher ich, und zwar unter einem noch weiteren Geſichtspuncte, ſogleich begegnen muß. „Wir geben zu,“ werden Sie nämlich ſagen, „daß die Sollicitation Seitens des ſtörenden Körpers in einem ſolchen Falle auf die beiden geſtörten gleich groß iſt; aber die Rückwirkung hier z. B. der ſo viel Maſſe-ſtärkeren Sonne und des geringeren Planeten auf den ſtörenden, wovon bei der poſtulirten „unbedingten Gegenſeitigkeit“ auch die Rede ſeyn muß,“ iſt dieß doch gewiß nicht.

Ich weiß Ihnen darauf nicht beſſer, als (vergl. Gravitation, S. 696, wo noch ein anderes ſehr ſinnliches Gleichniß) mit Lalande („Astronomie.“ §. 3385.) zu antworten: „La force,“ ſagt Er aber l. c., „avec laquelle un corps céleste est attiré, ne dépend point de la masse du corps *attiré*: car si une seule particule de matière est attirée avec une force f, toutes les particules que vous placerez près d'elle seront attirées chacune avec la même force f: il n'y a aucune raison pour que la seconde soit attirée moins que la première, et la présence de la seconde ne change rien à la force qui agissoit sur la première; donc *la force attractive („perturbatrice“) ne dépend que de la masse qui attire, et non pas de celle qui est attirée.*“ — Man darf aber zunächſt in einem ſolchen beſtimmten Falle, wie der obige iſt und wie wir einen ſolchen auch ſchon im eben citirten Art. Mondungleichheiten betrachtet haben, die Maſſen der beiden Syſtemskörper: hier der Sonne und des Planeten, als im gemeinſchaftlichen Schwerpuncte vereiniget denken, von welchem dann, als dem geſtörten Körper, das Voranſtehende gilt, daß die dort vereinigte Maſſe dabei nicht weiter in Betracht kommt.

Freilich können ferner, da, der unbedingten Gegenſeitigkeit wegen, jeder Körper auf jeden andern nach ganz gleichen Geſetzen wirkt, abſolut genommen, in keinem Falle zwei Klaſſen von Körpern angenommen werden, welche dem Gegenſatze „geſtörter“ und „ſtörender“ völlig entſprächen: ſie ſind alle Beides zugleich. Indeß iſt dieſe Unterſcheidung, wie man bei näherer Erwägung der Umſtände auch leicht ſelbſt einſieht, für unſere Berechnungs- und Betrachtungsweiſe gleichwohl unentbehrlich. Es werde z. B. der Lauf des Planeten Erde um die Sonne (als den Central- oder Hauptkörper des Syſtems) in Bezug auf die in Rede ſtehenden, durch die zugleich in jener Bewegung begriffenen übrigen Planeten verurſachten „Perturbationen unterſucht; ſo gibt hier die Erde den geſtörten Körper ab, von deſſen Maſſe, den Maſſen der ſtörenden Planeten: Venus, Mars, Jupiter u. ſ. w., gegenüber, jetzt alſo abzuſehen iſt. Aber dieſer nämliche Planet Erde kommt mit ſeiner Maſſe ſogleich in Betracht, wenn nachher vielmehr von denjenigen Störungen die Rede wird, welche, zum andern Beiſpiele, der Lauf des Mars durch ihn, als den nunmehr ſeinerſeits ſtörenden, erleidet. — Es folgt hieraus, und zwar nicht bloß in Bezug auf den obigen Fall paralleler Anziehungen, ſondern im bevorworteten weiteren Sinne, als ganz allgemeine Bedingung, daß bei den „Perturbationen“ überhaupt nicht die Maſſe des geſtörten, ſondern lediglich der ſtörenden Weltkörper zu beachten iſt; dieſe Bedingung liegt demnach bei Verfolgung unſerer Unterſuchungen immer zu Grunde, und ich zeichne ſie, als Antwort auf den erhobenen Zweifel, mehr aber noch in dieſem allgemeineren Verſtande, ſogleich ganz beſonders aus.

ſeinem Laufe um den Hauptplaneten Erde durch die Sonne nur deßhalb geſtört, weil ihn dieſe etwas mehr oder minder als den letzteren anzieht; ja die Sonne wird zum geſtörten Körper, wenn man die Differenz der Anziehungen betrachtet, mit denen die übrigen Planeten auf ſie und einen beſtimmten andern, rückſichtlich der Störungen, welche er dabei erleidet, zu unterſuchenden Planeten wirken u. ſ. w.

Will man demnach die Perturbationen berechnen, welche eine ſolche fremdartige Anziehung namentlich auf einen, in Bewegung um die Sonne begriffenen Planeten hervorbringt, ſo muß man ermitteln, wie groß der ſtörende Anziehungs-Einfluß auf die Sonne, und wie groß derſelbe auf den Planeten iſt; nur die Differenz gibt die „perturbirende“ Kraft ab. Hätte eine ſolche Differenz wie geſagt, nicht Statt, d. h. alſo, träte der obige Fall gleicher Anziehung nach parallelen Richtungen ein, ſo führe der Planet, auseinandergeſetztermaßen, fort, die nämliche Bahn wie vorher um die Sonne zu beſchreiben: eine etwaige Ortsveränderung im Raume wäre, ohne daß eine Alteration ihrer Gegenſeitigkeit die Folge davon ſeyn würde, beiden gemein; die heliocentriſchen Längen, die Radien vectoren u. ſ. w. blieben die nämlichen, kurz, die Beobachtung (aus dem Centralpuncte der Bewegung) würde in dieſem Falle keine Veränderung bemerken laſſen.

Nach dieſer ſorgfältigen Begründung der beiden Fundamental-Sätze, daß in der Perturbations-Theorie nur die Differenz der Anziehungen und nur die Maſſe des ſtörenden (nicht aber des geſtörten) Weltkörpers in Betracht kommt, mache ich nun das Uebrige, ſoweit es in meinen Plan gehört, mit beſtändigem Bezug auf dieſe beiden Sätze, am beſten durch ein ſchon oben verſprochenes Beiſpiel deutlich, wozu wir wieder den um die Sonne, den Hauptkörper, laufenden Planeten Erde als geſtörten („perturbirten“), die übrigen Planeten aber als ſtörende („perturbirende“) Geſtirne wählen wollen. Hierbei wäre ſolchergeſtalt die Perturbation, welche ein jeder dieſer letzteren für ſich bewirkt, wie geſagt, ſucceſſiv zu berechnen, und wir können uns deßhalb, da der Modus übrigens natürlich für ſie alle derſelbe bleibt, auf Einen, nehmen wir den Jupiter, beſchränken. — Ich bevorworte bloß noch, daß die folgende Erörterung ſich nur auf unſere erſte Kathegorie: die periodiſchen Störungen, bezieht.

Es ſey alſo, Fig. 3. der Tafel XI, S die Sonne, um die ſich die Erde E und der ſtörende Planet Jupiter P in wenig von der Kreisgeſtalt abweichenden, elliptiſchen Bahnen bewegen, welche Bahnen wir zur Erleichterung der Vorſtellung zugleich als beide in der Ebene des Papiers liegend (als zuſammenfallend,* wie es auch in der Wirklichkeit faſt der Fall iſt) vorausſetzen. Die drei Körper ſollen ſich zuletzt in der geraden Linie SAB befunden haben, und die Erde ſoll ſeitdem bis E, Jupiter aber bis P vorgerückt ſeyn.

Jupiter zieht (wenn durch P zugleich ſeine Maſſe und durch EP die Entfernung bezeichnet wird) die Erde mit einer ſtörenden Kraft (vergl. Gravitation, S. 699) $= \frac{P}{EP^2}$ nach ſich,** welche Kraft linear durch EP ſelbſt ausgedrückt ſeyn ſoll. Wird ſodann EC mit SP und PC mit ES parallel gezogen, ſo

* Dieß heißt: wir legen dem ſtörenden Planeten Jupiter keine Breite, der Ebene ſeiner Bahn keinen Winkelabſtand von (Erhebung über oder Senkung unter) der Ebene der Erdbahn (der Ekliptik) bei, woraus „Breitenſtörungen“ entſtehen würden, indeß wir uns hier auf „Längenſtörungen“ beſchränken. — Einer weiteren Erklärung hierüber wird es nicht bedürfen.

** Freilich zieht, um den oben allgemein geltend gemachten Grundſatz nun auf dieſen ſpeciellen Fall anzuwenden, auch die Erde, der geſtörte Körper, den Jupiter, den ſtörenden, umgekehrt, mit einer Kraft $\frac{E}{PE^2}$ an; aber letztere Anziehung kommt, wie geſagt, nur bei Betrachtung derjenigen Störung in Anſchlag, welche vielmehr Jupiter von der Erde erleidet.

entſteht das Parallelogramm* ECPS, deſſen Diagonale jene EP abgibt, demgemäß die eben durch EP ausgedrückte („mittlere“) Kraft in die beiden („äußern“) Seitenkräfte ES und SP zerlegt werden kann, wodurch man alſo zuerſt

$$EP : ES = \frac{P}{EP^2} : \frac{P.ES}{EP^3}$$

erhält, welche (der ES entſprechende, ſtörende, auf die Erde wirkende) Kraft $\frac{P.ES}{EP^3}$ (vergl. d. Anmerk.), gerade zur Sonne gerichtet iſt.

Gleichergeſtalt findet ſich ſodann

$$EP : SP = \frac{P}{EP^2} : \frac{P.SP}{EP^3};^{**}$$

und dieſe letztere Kraft wirkt dagegen in der Richtung des Radius vector SP, abwärts*** von der Sonne, auf die Erde. Allein dieſelbe kann nicht ganz in Anſchlag kommen, indem Jupiter nicht allein die Erde mit der (vergl. wieder d. Anmerk.) eben gefundenen Seitenkraft EC, von deren Wahl für SP wir gleich die Gründe ſehen werden, ſondern auch die Sonne in dieſer Richtung SP (parallel mit EC) anzieht. Wären dieſe Anziehungen, außer parallel, auch gleich, ſo würde, unſerem Satze gemäß, dadurch keine Veränderung in der Gegenſeitigkeit von Sonne und Erde hervorgebracht werden; da letztere aber vom Jupiter, ihrer geringeren Entfernung wegen, ſtärker als die Sonne angezogen wird, ſo erhält ſie dadurch ein Beſtreben, ſich von dieſer zu entfernen, welches dem Unterſchiede zwiſchen der, in dieſer Richtung auf die Erde wirkenden Anziehung Jupiters, dem obigen $\frac{P.SP}{EP^3}$, und ſeiner Anziehung auf die Sonne (vergl. vorn) $\frac{P}{SP^2}$, alſo $= \frac{P.SP}{EP^3} - \frac{P}{SP^2} = P.\left(\frac{SP}{EP^3} - \frac{1}{SP^2}\right)$ iſt; und dieſer Ausdruck gibt alſo genauer die in der Richtung* EC, abwärts von der Sonne, ſtörend auf die Erde wirkende Anziehungskraft Jupiters. Die ſolchergeſtalt in dieſer Richtung EC thätige Störungskraft kann (und dieß iſt der angedeutete Grund, weßhalb wir ſie der übrigens parallelen Richtung SP ſubſtituirt haben) wiederum in die nach EF (parallel und = DC) und ED (parallel und = FC) gerichteten neuen Seitenkräfte zerlegt werden, deren erſtere ſich gegen SE ſenkrecht, die andere aber in der Richtung dieſes Radius vector SE ſelbſt findet. Der ſo entſtehende, bei F rechtwinklige Triangel CFE gibt aber

$$1 : EC = \sin ECF : EF,$$

alſo $EF = EC \,.\, \sin ECF$, oder, da $ECF\,(ECP) = ESP$,**

$$EF = EC \,.\, \sin ESP,$$

und, wenn man für EC die dieſer Richtung entſprechende obige Kraft

* Dieß iſt nun das „Parallelogramm der Kräfte," wegen deſſen praktiſcher Anwendung im betreffenden Art. hierher verwieſen iſt, und deſſen nähere Bekanntſchaft ich bei den Leſern aus Ihren mechaniſchen Studien vorausſetzen muß. Auch führt uns der beſondere Art. Zerlegung der Kräfte darauf zurück.

** Dieß heißt, um der Vorſtellung meiner Leſer durch dieſe Wiederholung zu Hülfe zu kommen, gleichwie ich die Kraft $\frac{P}{SP^2}$ durch die Linie EP ausgedrückt habe, ſo muß nun umgekehrt der Linie SP dieſe Kraft $\frac{P.SP}{EP^3}$ entſprechen.

*** Die in der Richtung von E nach P wirkende („mittlere“) Kraft iſt zuſammengeſetzt aus der zur Sonne gerichteten („Seiten“-) Kraft ES, und der dagegen von der Sonne abwärts ſollicitirenden (anderen „Seiten“-) Kraft SP (parallel mit EC). — Der nach P in der Richtung und mit der Kraft EP gezogene Erdkörper E beſchriebe dieſe Diagonale, wenn ihn zwei äußere Kräfte ES nach S und SP (parallel EC) weg von S nach P zögen.

* EC bezeichnet die Richtung, aber nicht den abſoluten Werth der betreffenden Kraft, worauf es nicht ankommt, da dieß EC, wie wir gleich finden werden, aus den Finalgleichungen doch wieder verſchwunden iſt.

** Die beiden Winkel ECP und ESP liegen ſich im Parallelogramm ECPS gegenüber.

$$P \cdot \left(\frac{SP}{EP^3} - \frac{1}{SP^2}\right) \text{ ſubſtituirt,}$$

$$EF = P \cdot \left(\frac{SP}{EP^3} - \frac{1}{SP^2}\right) . \sin ESP;$$

und dieß iſt demnach die in dieſer Richtung EF, welche der nach E gehend angenommenen Bewegungsrichtung des Planeten Erde entgegengeſetzt iſt, wirkſame Perturbation des Jupiters auf ihn, wodurch, wie man ſieht, die Erde (vergl. unten) hier in ihrer Laufbahn zurückgehalten wird, ſo daß ſich ihre Bahngeſchwindigkeit vermindert.

Die zweite der beiden neuen Seitenkräfte ED findet ſich ganz in derſelben Art durch die Gleichung

$$ED = P \cdot \left(\frac{SP}{EP^3} - \frac{1}{SP^2}\right) . \sin ECD$$

ausgedrückt; und ſie wirkt, im Gegenſatze der oben gefundenen, nach der Sonne gerichteten:

$$ES = \frac{P.ES}{EP^3},\text{*}$$

von der Sonne abwärts, daher für die eigentliche Wirkung wiederum nur die Differenz in Betracht kommt, welche, indem sin ECD = dem cos des Complements ECF = cos ECP = cos ESP, demnach die Geſtalt:

$$P\left[\frac{ES}{EP^3} - \left(\frac{SP}{EP^3} - \frac{1}{SP^2}\right)\cos ESP\right]$$

erhält; — und dieſe letztere, vermittelſt der Perturbation des Jupiter auf die perturbirte Erde wirkende Kraft, ſchließlich, hat zur Folge, daß der geſtörte Planet mehr zur Sonne hingetrieben, d. h. daß ſein Radius vector hier verkürzt wird.

Ich habe ſowohl für dieſen, als für den obigen Fall der Anwendung der beiden Störungsausdrücke, das einſchränkende Wort „hier" hinzugeſetzt, weil ſich dieſe Anwendung auf die in der Figur gewählte ſpecielle Configuration der drei Körper (Sonne, Erde, Jupiter) bezog. Bei andern ſolchen Configurationen wird ſich dieß Verhältniß natürlich ändern; man gibt ſchon mit bloßem Nachdenken über das Sachverhältniß zu, daß Jupiter z. B. in eine ſolche Stellung zur Sonne und zur Erde kommen kann, wo ſich ſein perturbirender Anziehungseinfluß auf die letztere mit der Gravitation gegen die erſtere vereinigen wird, um, ſtatt der obigen Verminderung, vielmehr eine Beſchleunigung der Bewegung zu bewirken. Näher zeigt aber die Betrachtung der beiden Formel-Ausdrücke ſelbſt, wie ſehr der Erfolg in beiden Fällen von der Configuration abhängt, denn beide Ausdrücke ſind, wie man ſieht, Functionen des Sinus und Coſinus des Winkels an der Sonne, ESP (der Commutation, vergl. d. A.), d. h. des gegenſeitigen heliocentriſchen Abſtandes beider Planeten (des ſtörenden und geſtörten), alſo der „Configuration" aller drei Körper, welcher Sinus von 0 (bei der Oppoſition oder — oberen — Conjunction) an bis 1 (in den Quadraturen) wachſen und auch wieder bis 0 abnehmen kann. Man ſieht zugleich, daß dieſe Perturbation, wie oben bevorwortet worden, eben wegen ihrer Abhängigkeit von der „Configuration," und der dadurch bedingten Wiederkehr nach kürzeren Perioden, wie ich den Charakter der „periodiſchen Störungen" ſolchergeſtalt vorn bezeichnet habe, zu der angegebenen erſten Perturbations-Kategorie gehört; — zur zweiten: den ſäcularen Störungen, wird mich der Verfolg unſerer Unterſuchungen führen.*

* Ich erinnere nochmals daran, daß dieſe Gleichung nur ſagen will, die Kraft $\frac{P.ES}{EP^3}$ könne gleich ſehr auch durch die Seite ES des betreffenden Parallelogramms ausgedrückt werden.

* Ich habe ſchon oben bevorwortet, daß ich die hier betrachtete Störung des Erdlaufes durch den Jupiter nur als Einen Fall ähnlicher Einflüſſe Seitens aller übrigen Syſtemsgeſtirne darauf aushebe; indeß beſchränkt man ſich dabei außerdem doch gewöhnlich nur noch auf Venus und Mars, als die der Erde näheren. Selbſt der vereinigte Störungs-Einfluß dieſer drei Planeten beträgt aber ſelten mehr als einige, höchſtens 30 Secunden Unterſchied gegen denjenigen heliocentriſchen Bahnort der Erde, welchen dieſelbe nach Kepler's reiner elliptiſcher Theorie einnehmen würde (Pon-

Außer der, alſo für jede Configuration anzugebenden beſtimmten Zahlengröße des in unſern Formeln auftretenden Sinus der Commutation muß, wenn dieſelben numeriſch ausgedrückt werden ſollen, auch die ferner darin vorkommende Maſſe des Jupiter (P), ſeine jedesmalige Entfernung von der Sonne (SP), und der Erde (EP), gleichwie der letzteren von jener (ES) ſolchergeſtalt beſtimmt werden, wobei man ſich auf gewiſſe Einheiten, welche hiernächſt der ganzen Rechnung zu Grunde liegen, bezieht. Zur Einheit der Maſſe nimmt man die Maſſe der Sonne, wonächſt die Maſſe des Jupiter (vergl. d. Art. S. 827.) = $^1/_{1048}$ kommt; als Maß der jedesmaligen Entfernungen, wie ſie ſich auf den nicht weniger veränderlichen Winkel ESP beziehen, dient aber die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne, welche wir (vergl. d. A.) = 20600000 geographiſchen Meilen ſetzen, woraus die mittlere Entfernung Jupiters von der Sonne = 107000000 Meilen (etwann das 5fache der Entfernung der Erde von der Sonne) folgt. **

Auf dieſe Art können wir demnach die Größe der perturbirenden Kräfte für einen gewiſſen Moment allerdings angeben; allein dadurch iſt in der Sache ſelbſt noch wenig gewonnen, indem man, da es ſich (vergl. vorn) hierbei eigentlich doch um Nichts, als um die Ortsveränderung in der Bahn (Abweichung von der Bahn) handelt, welche der geſtörte Planet durch den Einfluß des ſtörenden auf ihn erlitten hat, vielmehr ausmitteln muß, welche Wirkung durch die immer fort thätige und noch obendrein dabei auch ſelbſt immer wieder veränderliche Perturbation während einer Summe von Momenten (während einer beſtimmten längeren Zeit) hierin hervorgebracht hat, und wieviel dieſe Ortsveränderung in Minuten, Secunden, wonach die Bahnorte in den aſtronomiſchen Tafeln angeſetzt ſind, beträgt. Dieſe fernere und ſehr ſchwierige Ermittlung führt nun erſt recht in das Geheimniß des vorläufig ſchon oben erwähnten „Problems der drei Körper" (vergl. auch den ſchon citirten beſondern Art.), worauf ich hier zurückkommen wollte, das heißt,* zur allge-

técoulant, in der citirten „Théorie." I. 167.: „Une force principale, la gravitation vers le Soleil, anime les planètes; et l'action des forces secondaires [des *perturbations*] est si petite par rapport à cette force principale, qu'elle ne cause dans la marche planétaire, que de *très legères irrégularités.*"); ja ſie können durch Compenſation (ſ. außerdem unſere beiden Formeln) auch = 0 werden. — Man vergleicht die, ſchon Eingangs mit Verweiſung hierher erwähnten Aenderungen, die die elliptiſche Bahngeſtalt eines Planeten mittelſt dieſer Störungen erleidet (ich komme hinten nochmals hierauf zurück), ſehr glücklich mit den Abweichungen vom genauen Kreiſe, welche ein die Erdkugel durch Fluthenberge umſegelndes Schiff erfährt, und deren Höhe gegen den Erdumfang eben ſo wenig, als jene Störungsbeträge gegen den Umfang der Ellipſe in Betracht kommen.

** Der Bezug auf dieſe Einheiten zeigt ſogleich, daß die Gravitation der Erde gegen den Jupiter nur etwann $^1/_{25000}$ ihrer Gravitation gegen die Sonne beträgt: die Maſſe der Sonne = 1 bewirkt nämlich in der Entfernung der Sonne = 1 eine Anziehung von $\frac{1}{1^2} = 1$; und die Maſſe des Jupiter = etwann $^1/_{1000}$, in der fünffachen Entfernung alſo eine ſolche Anziehung von, wie geſagt, $\frac{^1/_{1000}}{5^2} = {}^1/_{25000}$; die Anziehungen überhaupt verhalten ſich geradehin wie die Quotienten der Maſſen durch die Quadrate der Entfernungen; in der beſtimmten Richtung des Radius vector aber (nach der Zerlegung) vielmehr umgekehrt wie die Cubi der Entfernungen (vergl. oben und Ebbe und Fluth, S. 261, wo auch ſchon Anwendung von dem letzteren Satze gemacht iſt.)

* Ich will den Begriff hier in einer Anmerkung erſt kürzer geben, und darauf ſodann die obige detaillirtere Erklärung folgen laſſen. Das „Problem (die Aufgabe) von den drei Körpern" alſo unterſucht die Geſetze, nach denen ſich

meinſten Beantwortung der Frage nach dem allaugenblicklichen Orte eines (Haupt- oder Neben-) Planeten, welcher bei bekannten Entfernungen und Maſſenverhältniſſen nach dem gegebenen Gravitationsgeſetze zugleich mit einem, gemäß dieſem Geſetze, ſtörend auf ſeine Bewegung und die Geſtalt ſeiner dabei zurückzulegenden Bahn* einwirkenden zweiten Planeten den beide anziehenden und umgekehrt von beiden angezogenen Centralkörper des Syſtems (die Sonne) umläuft.** — Auf dieſe Unterſuchung ſelbſt, über welche hinten nur noch hiſtoriſche und literariſche Notizen vorkommen, kann ich mich jedoch, da ſie, wie ſchon aus der eben angedeuteten Nothwendigkeit der „Summirung von Moment-Einflüſſen“ hervorgeht (vergl. d. folgende Anmerk.), Integral-Rechnung erfordert, hier nicht weiter als bloß andeutungsweiſe einlaſſen; ein ſchönes Beiſpiel der Anwendung gerade auf unſern Fall: „Calcul des inégalités que la *Terre* éprouve par *l'attraction de Jupiter*“ gibt Lalande „Astronomie.“ §. 3485.* Schon vermittelſt der daſelbſt gezeigten Methoden, welche aber ſpäter namentlich durch Lagrange, auf deſſen Verfahren ich unten zurückkomme, überaus vervollkommnet worden ſind, iſt es indeß möglich geworden, den Betrag der Störungen, die jeder Planet von jedem andern erleidet, in den aſtronomiſchen Tafeln unter einer ſolchen Form

drei gegenſeitig gravitirende Körper bewegen, wenn entweder zwei von ihnen (Planeten) um den dritten (die Sonne), oder einer von ihnen um den zweiten (namentlich unſer Mond um die Erde), und dieſe beiden zugleich um den dritten (wieder die Sonne) laufen. — Den beſondern Fall der ſich unter einander auch wieder ſtörenden Jupitersmonde muß man hier einbegreifen.

* „Geſtörte Bahn“? Man verſinnliche ſich, wie ich erſt nunmehr mit Bezug auf die obige Definition und das Folgende beſtimmter hervorheben kann, die Wirkung des ſtörenden auf den Lauf des geſtörten Planeten in ſeiner Bahn, ſo wird man im Allgemeinen gleich einſehen, daß neben dem geſtörten Laufe, beſtändige, wie ich vorn ſage, „Ausbiegungen aus derſelben,“ alſo Veränderungen (Störungen) der Geſtalt der Bahn ſelbſt (Auseinanderziehungen oder Verengerungen) die Folge jener Wirkung (Perturbation) ſeyn müſſen, auf welche Ausbiegungen ich nun eben unten auch beſonders zurückkommen muß.

** Bohnenberger „Aſtronomie“ (Tübingen. 1811. gr. 8. S. 504.), mit andern Worten: „Die Aufgabe, die relative Bahn eines von drei Weltkörpern um einen der beiden andern, mit Rückſicht auf die gegenſeitige Gravitation, zu beſtimmen (die — vergl. unten — die reine elliptiſche Bahn oſculirende Ellipſe anzugeben), heißt das Problem der drei Körper. — Ich ſchmeichele mir, den Begriff oben noch beſtimmter gefaßt zu haben, komme auch außerdem ſpäter wiederholt darauf zurück.

* Ich habe wegen der Nothwendigkeit der Anwendung der „Integral-Rechnung“ dabei, hierher verwieſen. Lalande, l. c., „L'action de *Jupiter* sur la *Terre*, en un moment infiniment petit la fera (vergl. vorn) *sortir de son orbite* d'une quantité infiniment petite (was ich eben mit dem Ausdrucke „Ausbiegungen“ bezeichnet habe); mais cette quantité infiniment petite, exprimée d'une manière générale par son rapport avec l'élément du temps, nous fera trouver, par le moyen, du *calcul intégral*, *le déplacement total qui en devra résulter pour un temps fini*; comme nous trouvons la longueur entière d'une courbe par rapport à son ordonnée au moyen d'une particule infiniment petite, pourvu que celle-ci soit exprimée d'une manière générale par l'équation de la courbe.“ — Ich glaube, daß man den Geiſt des Verfahrens nicht beſſer charakteriſiren kann; und wen der Begriff des „Unendlich-Kleinen“ dabei nicht befriedigen ſollte, dem empfehle ich nur die Vergleichung von Nürnberger's „Theorie des Infiniteſimal-Calculus.“ Berlin, Maurer, 1812. gr. 4., wo die wahre Bedeutung dieſer Ausdrucksweiſe treffend aufgeklärt iſt.

anzuſetzen, daß man denſelben den „reinen“ elliptiſchen Längen in der Bahn, denen er zur Seite ſteht, für jeden beſtimmten Zeitpunct als eine Correction nur gleich hinzuzurechnen (mit ſeinem + oder — Zeichen beizufügen) braucht, um ſodann den entſprechenden, durch den Miteinfluß der Perturbationen modificirten wirklichen heliocentriſchen Himmelsort * des betreffenden Planeten zu erhalten. So finden meine Leſer in den, den Tafeln gewöhnlich beigegebenen figurirten Beiſpielen, um Schritt für Schritt zu verfahren, 1) der Kepler'ſchen Planetentheorie (ſ. Kepler's Problem) gemäß, die mittlere Anomalie des in Rede ſtehenden Planeten für den geforderten Zeitpunct angeſetzt; darunter iſt 2) die Gleichung der Bahn bemerkt, durch deren Hinzurechnung 3) die wahre Anomalie, und aus dieſer durch Beifügung der 4) Länge des Apheliums (oder Periheliums, von wo an man nun rechnen will) 5) die „wahre“ (heliocentriſche) Länge in der Bahn kommt; und nunmehr folgen die zuweilen mit A, B, C * u. ſ. w. bezeichneten Störungs-Correctionen, welche dieſer letzteren Länge entſprechen, und durch deren ſchließliche Hinzufügung mit ihren Zeichen ſich alſo erſt die 6) eigentliche (heliocentriſche) Länge des Planeten in der (wie geſagt, auf die Innerfläche der ſcheinbaren Himmels-Hohlkugel bezogenen) Bahn ** ergibt. —

Dieſe ſolchergeſtalt hier näher aufgeklärten „Perturbationen“ gehören nun aber, als offenbar von den „Configurationen“ abhängige, bevorworteter-maßen, immer erſt noch zu der von uns alſo bezeichneten erſten Kategorie: den periodiſchen; und ich habe, unſerer obigen Dispoſition gemäß, jetzt ferner über die zweite Kategorie: die ſäcularen Perturbationen, beſonders

* Ich möchte den allerdings ſchwierigen Gegenſtand gar zu gern ſo deutlich, als irgend möglich, machen. Verſinnlichen wir uns alſo einen, den Centralkörper in elliptiſcher Bahn im Raume umlaufenden, durch ein zweites Geſtirn perturbirten Planeten. Lalande, nach dem Princip des „Problems der drei Körper,“ ſtellt in der voraufgehenden Anmerkung jede allaugenblickliche Perturbation als ein dadurch verurſachtes „kleines Ausbiegen“ des geſtörten Planeten aus ſeiner Bahn-Ellipſe dar; da der Beobachter aber dieſe Bahn aus dem Raume an die Innerfläche der ſcheinbaren Himmelshohlkugel, an welcher er die Längen zählt, verſetzt: ſo muß einem jeden ſolchen, wie geſagt, im Raume vorgehenden Ausbiegen aus der Bahn-Ellipſe (einer jeden „sortie de l'orbite,“ um mit Lalande zu reden) am Himmel eine Orts-, eine „Längen“-Veränderung (ein „Differential“ der Länge) für den Planeten entſprechen; und die Summe dieſer Veränderungen (das „Integral“) bis zu dem Zeitpuncte, für welchen man die wahre (die Wirkung der Perturbation einbegreifende) Länge (in der Bahn) ſucht, iſt die oben erwähnte, der nach der reinen elliptiſchen Theorie gegebenen Länge hinzuzuſetzende „Perturbations-Correction.“ — Dieſe Auseinanderſetzung klärt die Behandlung der Frage unter dem Geſichtspuncte der analytiſchen Methode des „Problems der drei Körper“ vollkommen auf; und ich habe nur mit Bezug auf das vorn groß gedruckte Wort „jede“ noch zu bemerken, daß ich mir, wie auch die gleich Eingangs gegebene Definition bedingt, nicht weniger einen Perturbations-Einfluß auf den perturbirten Planeten (eine Alteration ſeiner Geſchwindigkeit) ohne Ausbiegen aus der eigentlichen Bahn-Ellipſe denken darf, welche der Integral-Calculus aber als ein weiter nicht verſchiedenes Differential betrachtet, um den ganzen Erfolg durch ein gleiches Verfahren angeben zu können.

* Zuweilen bezeichnet ein ſolcher Buchſtabe auch gleich die Summe der Perturbationen zweier Planeten.

** Wohl zu merken, nur erſt in der Bahn; — wegen der Fortſetzung der Operationen, um aus dieſem „Bahnorte“ des Planeten den auf die Ekliptik reducirten heliocentriſchen, und hieraus endlich den vom irdiſchen Aſtronomen ſchließlich doch eigentlich verlangten geocentriſchen Planetenort gleich in gerader Aufſteigung und Abweichung zu haben, verweiſe ich auf die beiden Artikel Heliocentriſch und Geocentriſch.

zu handeln. Angedeutet ſind dieſelben als ſtätige, oder doch auf überaus lange Zeiträume ausgedehnte Veränderungen der Elemente der Planetenbahnen freilich ſchon in den, dieſe „Elemente“ betreffenden eigenen Artikeln, z. B. in Apſiden, in Excentricität, S. 406 u. ſ. w.; und ich kann daher, mit Bezug darauf, alſo gleich beſtimmter zu ihrer Betrachtung vorſchreiten, und will dabei nach einigen Zwiſchenbemerkungen beſonders nur die eben genannten „Apſiden“ im Auge behalten.* Die unmittelbare Beobachtung nach der l. c. entwickelten Methode zeigte nämlich, und man fand alſo, wie ich vorn ſage, zunächſt *„a posteriori,“* daß die Apſidenlinien (großen Axen) aller Planetenbahnen einer ſolchen „ſtätigen Veränderung,“ einem (vergl. unten, im Ganzen) beſtändigen Fortrücken nach der Folge der Zeichen unterworfen ſind. Die bloße Erwägung der Umſtände wies aber alsbald darauf hin, daß dieß das Reſultat eines Perturbations-Einfluſſes ſey; denn da alle Planeten in dieſer ſelbigen Richtung „nach der Folge der Zeichen“ die Sonne umlaufen, ſo muß die perturbirende Tendenz der Maſſenſumme aller übrigen auf jeden einzelnen nothwendig die ſeyn, die große Axe ſeiner Bahn in gleicher Folge (der Zeichen) nach ſich (fort) zu ziehen; dieß geben meine Leſer ohne weiteres zu; — und indem man alſo den Vergleich zwiſchen der Größe jeder ſolchen Fortrückung der Apſidenlinie eines beſtimmten Planeten und der bei dieſer Perturbation ſomit thätigen Maſſenſumme der übrigen machte, ließ ſich ein Geſetz der Störung finden und auf den Betrag der weiteren Fortrückung anwenden. In ähnlicher Art konnte man, wie ich alſo auch erſt noch bevorworte, ferner hinſichtlich der ſchon erwähnten Excentricität, der Neigung, der Knoten u. ſ. w.,* bei welchen übrigen Elementen allen, ſolche ſtätige Veränderungen („ſäculare Perturbationen“) nicht weniger bemerkt (zunächſt unmittelbar beobachtet) würden, zu Werke gehen;** und es ergab ſich dabei, theils durch Beziehung auf die älteſten Beobachtungen, theils durch die Rechnung, der höchſt wichtige und deßhalb ſchon vorn, noch mehr aber im Art. Himmelsmechanik ſo ſehr ſorgfältig hervorgehobene Umſtand, daß, mit einziger Ausnahme jener Fortrückung der Apſidenlinien (worauf ich eben gleich beſonders zurückkomme), die ſämmtlichen andern (ſäcularen) Perturbationen zwar Zeiträume oft von Jahrtauſenden umfaſſen, aber doch immer in gewiſſe Zeitgrenzen eingeſchloſſen ſind,*** dergeſtalt, daß, wenn die Perturbation, nach Maßgabe der gegenſeitigen allgemeinſten Beziehungen zwiſchen dem perturbirten und den per-

* Auf andere Perturbations-Einflüſſe, welche die Leſer gewöhnlich unter dieſer Rubrik abgehandelt finden, führen mich die betreffenden beſonderen Artikel: wegen des Rückganges der Knoten ſ. Knoten, S. 920, gleichwie Vorrücken der Nachtgleichen, und Wanken der Erdaxe; und über „Mondungleichheiten“ iſt ebenfalls im eigenen Vortrage ausführlicher gehandelt.

* Auch die Veränderungen, namentlich in der Schiefe der Ekliptik, gleichwie das Vorrücken der Nachtgleichen, obwohl dieſelben nicht zu den „Elementen“ zu zählen ſind, gehören, wie ich wiederholt bevorworte, eigentlich hierher; ich handle darüber aber, wie geſagt, lieber beſonders in den genannten eigenen Artikeln, wohin ich alſo dieſerwegen verweiſe.

** Ich verwahre mich wohl, nur den Geiſt des Verfahrens, und zwar ganz allgemein anzudeuten; die Verfolgung der ſpeciellen unermeßlichen Rechnungen ſelbſt, als die Aufgabe für ein ganzes Leben, namentlich bei Laplace in der viel citirten „Mécanique céleste.“

*** Die analytiſchen Ausdrücke für dieſe übrigen ſäcularen Perturbationen beſtätigen, wie ich vorbereitend bemerken muß, dieſen Umſtand, indem ſie ſämmtlich nur trigonometriſche, alſo auch nur bis auf eine gewiſſe Grenze zunehmende Functionen enthalten, wogegen ſich in dem Ausdrucke für das Fortrücken der Apſidenlinien (vergl. unten) wirklich ein der Zeit proportionales Glied findet.

turbirenden Weltkörpern, z. B. auch ein ganzes Jahrtauſend in einem gewiſſen Sinne (ſetzen wir der Verringerung des betreffenden Elements, etwann der „Excentricität") gewirkt hat, im folgenden Jahrtauſend dagegen zugleich mit der Veränderung der angedeuteten Beziehungen die perturbirende Wirkung nun vielmehr im entgegengeſetzten (im „vergrößernden") Sinne eintritt, welchergeſtalt alſo eine beſtändige Rückkehr zu einem mittleren Zuſtande, eine bloße „Oscillation"* um dieſen mittleren Zuſtand, Statt findet. — Zwei rechnend weiter ausgeführte Beiſpiele ſolcher, zwiſchen ſehr weit von einander entfernten Zeitgränzen eingeſchloſſenen ſäcularen Perturbationen habe ich in Himmelsmechanik, S. 779, an der großen gegenſeitigen Laufs-Beſchleunigung und nachherigen Verlangſamung des Jupiter und Saturn,** und in Mond-Ungleichheiten, S. 193, an der noch jetzt fortdauernden Beſchleunigung der mittleren Dauer des Mond-Umlaufes gegeben, wohin ich verweiſen muß, da ich die ganze dortige Darſtellung, auf welche ich hier, wie geſagt, nur als auf eine Zwiſchenbemerkung zurückgekommen bin, nicht nochmals wiederholen kann, die Vergleichung aber zur Erweiterung der Anſicht von der Sache doch beitragen dürfte. Hier habe ich mich dagegen, bevorwortetermaßen, nur noch näher über die oben bloß erſt angedeutete „ſäculare Perturbation" des (im Ganzen) ſteten Fortrückens der Apſidenlinien aller Planetenbahnen nach der Ordnung der Zeichen zu äußern. Zwar iſt dieſe Bewegung, wie ich, um einem Mißverſtändniſſe vorzubeugen, zuerſt hervorheben muß, nicht zu allen einzelnen Zeiten direct; es können, wie man beim Nachdenken über den oben angeführten Grund des Vorganges auch leicht ſelbſt einſieht, Jahre, ja Reihen von Jahren vorkommen, binnen welcher, ſtatt des Vorrückens, ſogar ein einſtweiliger Stillſtand oder gar Rückgang* eintritt; aber „im Ganzen," wie ich deßhalb auch vorn ſage, überwiegt die directe Bewegung gleichwohl immer. Dieß lehrt auch der, deßwegen mit Verweiſung hierher ſchon kurz vorher erwähnte analytiſche Ausdruck für dieſe Perturbation, welcher ein der Zeit proportionales (alſo, gleich ihr, immerdar wachſendes) Glied enthält, wogegen in den Ausdrücken für die übrigen „ſäcularen Perturbationen" bloß die Sinus (oder Coſinus) von Winkeln vorkommen, welche ſich nur von 0 bis + 1, dann wieder bis 0, hiernächſt bis — 1, und letztlich abermals bis 0 verändern können, demgemäß alſo ſchon dadurch die Beſchränkung dieſer letzteren ſäcularen Perturbationen auf ein bloß längeres periodiſches Hin- und Herſchwanken bedingt iſt, und jenes Vorrücken der Apſiden ſomit als alleinige eigentliche „Säcular-Perturbation"** übrig bleibt.

* Pontécoulant, in der nicht weniger oft citirten Théorie analytique du Systême du monde. I. XVI. (vgl. Gravitation, S. 720.): „Ce sont les *oscillations du pendule de l'eternité*, qui bat des siècles, comme les nôtres battent les secondes! — Erhabenes Gleichniß!

** Ich habe zwar im Art. Jupiter, S. 825, dieſer ſogenannten „großen Ungleichheit" wegen, noch beſonders hierher verwieſen, finde aber bei näherer Betrachtung, daß die darüber l. c. gegebenen Aufklärungen für unſere Zwecke wirklich vollkommen genügen.

* So finden die Leſer, welches Sie ohne dieſe Bemerkung befremden könnte, in Ihren Tafeln für jetzt die Bewegung der großen Axe der Venusbahn mit dem —Zeichen, alſo retrograd; in ſpäteren Zeiten wird ſich dieſer periodiſche Rückgang aber doch wieder in das überwiegende „ſäculare Fortrücken" verwandeln.

** So drückt ſich die Himmelsmechanik wenigſtens gewöhnlich aus; ich habe indeß ſchon im Art. Gravitation, S. 720, darauf aufmerkſam gemacht, daß nach Durchlaufung der vollen 360° um den Kraftpunct des Syſtems durch die Apſidenlinie, der urſprüngliche Zuſtand doch ebenfalls wiederkehre; und daß demgemäß auch für dieſe Ungleichheit eine Grenze gegeben ſey. — Der beſondere Artikel „Säculare Aenderungen" führt mich hierauf zurück.

Man könnte aus dieſem ihrem Charakter der im Ganzen alſo vollkommenen **Stätigkeit**, Beſorgniſſe für das gleich Eingangs damit in Verbindung gebrachte „**Stabilitäts-Princip**“ des **Weltſyſtems** herleiten wollen; allein glücklicherweiſe hat auch, und zwar eben **nur** bei **dieſem einzigen Elemente**: der Richtung der großen Bahnaxe, ein **beſtändiger** Fortgang auf jenes Princip der Syſtemsdauer keinerlei weſentlichen Einfluß, da die gedachte Richtung in Beziehung auf den Lauf um die Sonne offenbar und um ſo mehr gleichgültig iſt, als die Planetenbahnen wenig vom **Kreiſe** abweichen, in welcher Curve **jeder** Durchmeſſer „große Axe“ abgäbe, und in welcher alſo von einer Veränderung der Lage dieſer letzteren erſt gar nicht einmal die Rede wäre.

Dieß würde über den hier betrachteten Gegenſtand in der plangemäßen Beſchränkung unſeres Werkes vielleicht hinreichen; indeß habe ich im eben citirten Art. **Gravitation**, l. c., auch noch die Beibringung der Erklärungen von **Lagrange** darüber zugeſichert, zu deren vollkommener Verſtändniß jedoch die voraufgehenden Entwicklungen als unentbehrlich zu erachten ſeyn werden, ſo daß ich keine andere Anordnung habe befolgen können und erſt jetzt mit jener Emendation hervortreten kann.

Nach der, wenn man von den analytiſchen Schwierigkeiten (des ganz anders geordneten Vortrages) abſieht, ſehr klaren Darſtellung dieſes Franzöſiſchen Geometers (biographiſche Notizen über ihn in **Gravitation**, S. 719.) läßt ſich aber (Mém. de la classe des sciences mathématiq. de l'Institut de France.“ Jahrg. 1808. S. 1—10.) die ganze Unterſuchung in folgende Ueberſicht bringen.

Die Bewegung eines **nur allein** von der Sonne (als Centralkörper des Syſtems) angezogenen **Haupt-Planeten** (gleichwie nicht weniger eines von ſeinem Hauptplaneten in derſelben Art angezogenen **Neben**planeten) wird durch drei Differentialgleichungen des **zweiten** Grades * ausgedrückt, bei deren leicht ausführbarer (ſucceſſiver) Integration alſo (2.3=) **ſechs** Conſtanten in die Rechnung kommen, welche entweder die **ſechs**

* Denjenigen, welche ſich in das von mir, wie geſagt, ausſchließende ganze Detail dieſer Unterſuchung vertiefen wollen, weiß ich keinen beſſern Führer, als abermals **Pontécoulant**: „Théorie analytique du système du monde.“ I. S. 192, 240, 305 und 330 zu empfehlen; für leichter befriedigte und doch nicht durchaus uneingeweihete Leſer will ich indeß verſuchen, wenigſtens eine Andeutung über den wahren Sinn der obigen Anführung zu gewähren. — Die drei in Rede ſtehenden, auf den noch vorliegenden Fall **alleiniger Sonnen-Anziehung** bezüglichen Gleichungen ſind nämlich:

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{\mu x}{r^3}=0,\quad \frac{d^2y}{dt^2}+\frac{\mu y}{r^3}=0,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2}+\frac{\mu z}{r^3}=0,$$

wo x, y, z die drei rechtwinkligen Coordinaten bezeichnen, welche die Stellung des betrachteten Planeten im **Raume** (in ſeiner Bahn) zur **Sonne** angeben, μ = der Maſſe der Sonne und dieſes von ihr angezogenen Planeten (wenn man nicht letztere, als gegen erſtere unbedeutend, vernachläßigen will) und $r = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$ iſt: ſie können als Functionen der **Zeit** (t) ausgedrückt werden, indem man ſie auf **Länge, Breite** und **Entfernung** von der **der Sonne**, und eben auf die, dieſen drei Beſtimmungen entſprechende **Zeit** (den Moment) bezieht; und ſie ſind, unter dieſer Einſchränkung auf die bevorwortete **alleinige Sonnen-Anziehung**, **allgemein** integrirbar (denn man erhält, indem man z. B. $\frac{\mu x}{r^3}$ als eine Function der Zeit = ft betrachtet, d^2x alsbald = ft . dt^2, auf welche Gleichung demnach die doppelte, aus d^2x erſt dx, und aus dx dann x gebende Integration anzuwenden iſt).

Wird aber, **außer** der Sonne, zugleich ein **dritter** (ein „**perturbirender**“) Körper (ein anderer Planet) mit **ſeiner Anziehung auf jenen erſteren** in Betracht gezogen, ſo kommt, ſtatt 0, in den obigen drei Gleichungen respect. $\frac{dR}{dx}$, $\frac{dR}{dy}$ und $\frac{dR}{dz}$, wo R

Elemente der *Bahn* und der *Bewegung* des Planeten ſelbſt, oder Functionen derſelben ſind. Nimmt man aber dabei zugleich auf die („perturbirende") Anziehung eines *dritten* Körpers (Planeten) Rückſicht, ſo erhalten jene drei Differentialgleichungen durch die deßhalb hinzutretenden Glieder eine Form, in welcher ſie *allgemein* nicht mehr integrirbar ſind;* jene hinzutretenden Glieder zeigen ſich jedoch, indem ſie nur die *Maſſe* (und Entfernung, Stellung in Bezug auf die Sonne) des (ſtörenden) dritten Körpers oder vielmehr nur die *ſehr kleine Zahl* betreffen, welche das *Verhältniß* dieſer Maſſe zur weit überwiegenden Sonnenmaſſe ausdrückt, ebenfalls ſehr klein („Une force principale — l'attraction du soleil — wie ich *Pontécoulant* in dieſem Bezuge nach *Lagrange* ſchon oben ſagen laſſe, „anime les planètes, et l'action des forces secondaires — des perturbations — est si petite par rapport à l'autre, qu'elle n'exerce qu'une *légère* influence");**

eine Function der *Maſſe* des *perturbirenden Planeten* und *ſeiner Stellung zur Sonne* und *zum perturbirten* bedeutet; und bei dieſer Ausdehnung (als „*Problem der drei Körper*") iſt die Integration der alſo entſtehenden Differentialgleichungen (vgl. hinten) *nicht mehr allgemein auszuführen*.

Dieß könnte hinreichen; für *noch gelehrtere Leſer*, welche mir bei der obigen Forderung von ft eine „petitio principii" vorwerfen wollten, füge ich indeß außerdem nachſtehende Erläuterung hinzu:

Wenn man die Ebene der xy mit der Ekliptik, die Axe der x mit der Linie der Nachtgleichen zuſammenfallen läßt, und überdieß

$$n = \frac{\sqrt{\mu}}{a^{3/2}},\ p = a\,(1 - e^2),\ n\,t + \varepsilon = u - e \sin u,$$

$$\operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(v - \omega) = \sqrt{\frac{1 + e}{1 - e}}\ \operatorname{tang} \tfrac{1}{2} u,$$

$$r = \frac{p}{1 + e \cos(v - \omega)}$$

ſetzt, ſo wird:

$$x = r\,(\cos v \cos \alpha - \sin v \sin \alpha \cos \varphi),$$

$$y = r\,(\cos v \sin \alpha + \sin v \cos \alpha \cos \varphi),$$

$$z = r \sin v \sin \varphi.$$

Die 6 Conſtanten ſind hier α, ε, e, ω, α, φ, und deren aſtronomiſche Bedeutung folgende:

- α halbe große Axe des bewegten Planeten,
- ε Epoche für t = o,
- e Excentricität der Ellipſe,
- ω Länge des Periheliums,
- α Länge des aufſteigenden Knotens,
- φ Neigung der Bahn.

Ferner bedeutet:

- n die mittlere tägliche ſideriſche Bewegung,
- p halber Parameter,
- u excentriſche Anomalie, gezählt vom Perihel an,
- $v - \omega$ wahre Anomalie, gezählt vom Perihel an,
- r Radius vector.

Vorſtehendes mag hier jedoch nur als eine, durch die Wichtigkeit des Gegenſtandes entſchuldigte Ausnahme von der Regel Platz finden, wie ich denn dieſe, obwohl oben als Andeutung bevorwortete, ſo Plan-widrige analytiſche Abſchweifung deßwegen auch überhaupt in eine Anmerkung verwieſen habe.

* Das „*Problem der drei Körper*" läßt, wie geſagt, beim heutigen Zuſtande der Analyſis eine *allgemeine* Solution noch nicht zu.

** Wir hatten eben bei Beſchränkung auf die *bloße Sonnen-Anziehung* für die planetariſche Bewegung in der Bahn-Ellipſe die drei Gleichungen

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} = 0,\quad \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3} = 0,\quad \frac{d^2z}{dt^2} + \frac{\mu z}{r^3} = 0,$$

bei *Ausdehnung auf die Perturbation* dagegen

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} = \frac{dR}{dx},\quad \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3} = \frac{dR}{dy},\quad \frac{d^2z}{dt^2} + \frac{\mu z}{r^3} = \frac{dR}{dz}$$

gefunden, wo R, wie geſagt, eine *Function der Maſſe des perturbirenden Weltkörpers* ausdrückt, demnach

und man erhält daher, wenn man die Integration ſo ausführt, wie es bei Weglaſſung der hinzugetretenen Glieder geſchehen müßte, ſtatt der obigen Conſtanten, bloß andere, welche einen kleinen veränderlichen Theil enthalten, deſſen Beſtimmung von den gedachten, wie geſagt, nur der Perturbation wegen hinzugetretenen Gliedern abhängt. Den Werth dieſes veränderlichen Theils kann man durch Näherung finden; und gleichwie die bei der obigen erſteren Annahme bloßer Sonnenwirkung ermittelten ſechs Conſtanten unveränderliche Elemente der elliptiſchen Bahn und der Bewegung in derſelben waren, ſo gelangt man alſo bei der nunmehrigen Mitbeziehung auf den Perturbations-Einfluß vielmehr nur zu veränderlichen Elementen, d. h. man findet eine, die (wofern ich ſo ſagen darf, „Kepler'ſche" oder) „reine" elliptiſche Bahn für jeden Zeitpunct, wie ich mich mit Verweiſung hierher ſchon vorn ausgedrückt habe, bloß „osculirende" Ellipſe, und deren Elemente demnach von denen der vorigen um etwas (weniges) verſchieden ſind. — Dieſe Veränderungen der elliptiſchen Elemente durch den perturbirenden Einfluß anderer Planeten auf einen perturbirten ſind nun aber ferner theils periodiſche, indem ſie nämlich (vergl. oben) von der Configuration der Planeten ſelbſt oder der gegenſeitigen Lage der großen Axen, Knotenlinien u. ſ. w. abhangen, und daher bei der Wiederkehr derſelben auch wiederkehren; oder aber ſie ſind ſäculare in der oben ſo beſonders ausführlich erklärten Bedeutung, daß ich auf ſie hier nicht nochmals zurückzukommen brauche. — So weit Lagrange; ich darf nach dieſer doppelten Betrachtung unter ſeinem und unſerem Eingangs gewählten Geſichtspuncte den Gegenſtand ſelbſt für meinen Zweck als erſchöpft anſehen, und habe daher nur noch die bevorworteten hiſtoriſchen und literariſchen Notizen hinzuzufügen, welche ſich hier bequem in Eine Darſtellung vereinigen laſſen werden.

Schon die älteſten Aſtronomen haben aber den Lauf der Himmelskörper, namentlich des Mondes, an welchem Geſtirne ſich der Perturbations-Einfluß, angeführtermaßen, ganz beſonders auffallend veroffenbart, ſehr „unregelmäßig"* gefunden, und für dieſe ſämmtlichen ſcheinbaren Unregelmäßigkeiten (d. h. ſo weit ſich dieſelben gleich ſehr wegen der Unkenntniß der Copernikaniſchen Weltordnung und des Gravitationsgeſetzes als ſolche darſtellen mußten) mit dem (vgl. Excentriſcher Kreis, S. 409.) allgemeinen Namen der Ungleichheiten belegt, welcher, dieſer Gewohnheit gemäß, auch noch von uns im Art. Mond-„Ungleichheiten" beibehalten worden iſt. Der größere Theil dieſer ſogenannten Unregelmäßigkeiten, „Ungleichheiten," und die man alſo hinſichtlich ihrer Urſache früher noch nicht zu trennen wußte, verſchwand vor dem Lichte, welches Copernikus (ſ. Weltſyſtem) in der Aſtronomie anzündete; und die übrig bleibenden Unerklärbarkeiten wichen ſodann bei Newton's Entdeckung des hehren Geſetzes der Gravitation (vergl. auch dieſen Art.) ebenfalls, und in dem Maße mehr und mehr, als man die Anwendung dieſes Geſetzes auf die Himmelserſcheinungen ausdehnen lernte. Er ſelbſt in ſeinem viel citirten unſterblichen Werke der „Principia" (Lib. III. prop. 21 sqq., S. 117 unſerer Ausgabe) leitet ſchon die auffälligeren „Perturbations"-Erſcheinungen daraus ab; und ſeine Unterſuchungen haben den ſpäter mit dieſem Gegenſtande beſchäftiget geweſenen Geometern die Veranlaſſung gegeben, die Geſammtheit jener Perturbations-Erſcheinungen unter dem von uns ſogleich aufgeſtellten allge-

man ſogleich ſieht, daß in dem Grade, in welchem dieſe ſtörende Maſſe nach ihrem Verhältniſſe zur Sonnenmaſſe kleiner iſt, auch R kleiner wird, und daß, wenn ſie als dagegen verſchwindend (R alſo als $= 0$) betrachtet werden darf, die letzteren drei Gleichungen ſogleich wieder in die drei erſteren übergehen.

* Ich darf mich dieſes Ausdruckes bedienen, ſo lange von keiner Kenntniß der wahren Weltordnung und des Gravitations-Geſetzes die Rede iſt; — im Augenblicke des Bezuges darauf wird dagegen freilich Alles ſogleich Licht und Regel, und alsdann darf man nicht mehr ſo ſagen.

meinſten Geſichtspuncte des Problems von den drei Körpern* (ich verweiſe nochmals auf den beſondern Artikel) zu betrachten. Von dieſen, dabei zunächſt in Newton's Fußſtapfen tretenden Geometern nenne ich ſogleich Euler (Leonhard): „Theoria motus Lunae." Petersb. 1753. 4. Clairaut: „Sur la théorie de la Lune." Paris. 1756. 8. und d'Alembert: „Recherches sur différens points du système du monde" (liegt mir nur auszüglich vor); — wie verdienſtlich die Forſchungen dieſer drei, uns biographiſch ſämmtlich ſchon aus früheren A. A. bekannten Männer aber auch waren, ſo fanden ſie ſich doch durch die, deßwegen auch ſchon oben ausgezeichnete und benützte Arbeit von Lagrange (ſ. Himmelsmechanik S. 781.) übertroffen. Noch weiter und zu einem umfaſſenden Syſteme ferner iſt die Theorie der Perturbationen ausgebildet worden von Laplace (vergleiche Gravitation, S. 719.) in der viel citirten „Mécanique céleste," und von dem noch neueren Franzöſiſchen Analytiker (Capitain im K. Franz. Generalſtabe) Pontécoulant in der nicht weniger oft angeführten „Théorie analytique du système du monde" (ein 4ter Band dieſes vortrefflichen Werkes iſt ſo eben erſchienen).

Die Bemühungen Deutſcher Gelehrten auf dieſem Gebiete hiernächſt anlangend, ſo iſt uns unſeres großen Göttinger Aſtronomen Gauß „Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientium," deren letzter Abſchnitt „de determinatione orbitarum, *habita ratione perturbationum*" der betreffenden Unterſuchung ausſchließend gilt, allgemein bekannt. Daneben verdienen rückſichtlich der außerordentlichen Vervollkommnung der Methoden, ganz beſonders unſeres Hanſen** „Abhandlung über die Perturbationen des Jupiter und Saturn (eine Preisſchrift), und deſſen „Nova investigatio orbitae quam Luna perlustrat" (beide Schriften ſind mir augenblicklich nur in Auszügen zur Hand), eben ihres vorzüglichen Bezuges auf die „Mondungleichheiten" wegen, ausgezeichnet zu werden; und viele, in ihrer Art nicht weniger verdienſtliche Arbeiten über die dadurch immer mehr ausgebildete Theorie der Perturbationen, namentlich vom verewigten Beſſel, vom Königsberger Mathematiker Jacobi, vom Dorpater Aſtronomen Mädler, vom Obſervator Clauſen u. ſ. w. u. ſ. w. finden ſich in den Jahrbüchern und Zeitſchriften, vorzüglich in Schumacher's „Aſtronomiſche Nachrichten" zerſtreuet*. Endlich verweiſe ich Leſer, denen meine Darſtellung noch nicht genügt, und die doch auch nicht zu weit darüber hinaus gehen wollen, auf den 3ten und vierten Abſchnitt von Möbius (des ſcharfſinnigen Leipziger Aſtronomen) „Mechanik des Himmels." Lpzg. 1843. in welchen beiden Abſchnitten zunächſt vom „Problem der drei Körper" (ſ. oben) mit beſonderer Anwendung auf die Mondungleichheiten, und ſodann „Von den gegenſeitigen Störungen der Planeten," gedrängt aber ganz ausgezeichnet, gehandelt wird.

Indem ich aber dieſen Artikel alſo als geſchloſſen betrachten will, kommt mir noch die Nachricht vom höchſten Triumphe zu, welchen die Theorie der Perturbationen, in ihrer eben angedeuteten jetzigen außerordentlichen Vervollkommnung, errungen hat: es iſt nämlich dem Franzöſiſchen Aſtronomen Le Verrier, einem der Wiſſenſchaft, zu Paris lebenden, noch jungen Manne**, gelungen, aus mehreren bis dahin unerklärten beſondern, den

* *„Probléme des trois corps,"* unter welcher Benennung auch Lalande „Astronomie." §. 3446. die Aufgabe nach Clairaut (vergl. gleich oben) mit gewohnter ſchöner Klarheit behandelt. Von Newton ſelbſt finde ich den Ausdruck „Problema trium corporum" noch nicht gebraucht.

** Jetziger Director der Sternwarte Seeberg bei Gotha.

* Eine detaillirte Aufführung aller dieſer einzelnen Aufſätze, wozu mein Werk, Plangemäß, keinen Raum bietet, in des wackern Leipziger Aſtronomen Jahn: „Geſchichte der neueſten Aſtronomie." Lpzg. 1844. gr. 8. 2 B. I. 82 flgd.

** Le Verrier iſt indeß zum Profeſſor eines, wegen dieſer Entdeckung eigens für ihn an der Pariſer Univerſität errichteten Lehrſtuhls der mathematiſchen Aſtronomie, und zum Officier der Ehrenlegion ernannt worden.

übrigen (den alten) Planeten nicht zuzuſchreibenden Störungen, welche die Beobachtungen für Uranus ergaben, mit Sicherheit auf einen, dieſe Störungen veranlaſſenden, jenſeit der Uranusbahn kreiſenden, neuen Planeten zu ſchließen, und aus dem Betrage dieſer Störungen (den Einflüſſen auf den geſtörten Uranus) die Maſſe, die Elemente, die Bahn dieſes (den Uranus ſtörenden) Planeten, und den geocentriſchen Himmelsort deſſelben für einen beſtimmten Tag (23. September laufenden Jahres 1846) voraus zu berechnen, wonächſt Er dieſen Ort dem als genauen Beobachter ehrenvoll bekannten D. Galle zu Berlin brieflich bezeichnet hat, demgemäß der neue Planet daſelbſt, in der Nacht des angegebenen Tages, faſt ganz genau an der alſo voraus beſtimmten Stelle, durch Galle und unſern Encke auch wirklich aufgefunden, und ſeitdem ferner auf den meiſten übrigen Sternwarten Europas, den vorgeſchriebenen Lauf fortwährend eben ſo genau inne haltend, beobachtet worden iſt. Dieſe, ſolchergeſtalt, durch die tiefſinnigſte Analyſe, wenn ich ſo ſagen darf, erzwungene Entdeckung, iſt, wie ſich auch Encke, in Nr. 580 flgd. der „Aſtron. Nachrichten" darüber ausdrückt, „die glänzendſte unter allen Planeten-Entdeckungen, da nur rein theoretiſche Unterſuchungen (die Anwendung der Kunſtgriffe der Perturbations-Analyſe) den Berechner die Exiſtenz* und den Ort des neuen Planeten haben vorherſagen laſſen;" und mir bleibt auch über den Ruhm der Entdeckung Nichts hinzuzufügen. — Auf den

* Die „Exiſtenz"? — ſo darf man ſich vielleicht nicht ausdrücken; und ich führe, zur Ehre eines deutſchen Aſtronomen, dem franzöſiſchen Mathematiker gegenüber, hier gern an, was ſchon unſer Mädler in ſeiner „Populären Aſtronomie." 1ſte Aufl. Berlin. 1841 (alſo fünf Jahre früher) S. 278. über die „Exiſtenz" eines Planeten jenſeit Uranus beibringt:

„Endlich bleibt," heißt es aber daſelbſt, „noch der unbegrenzte Raum jenſeit des Uranus übrig. Das Gebiet der Sonne erſtreckt ſich wenigſtens 40mal weiter; denn Kometen, wie der von 1680, erreichen im Aphelium dieſen Abſtand, und viele von denen, deren Bahnen nur noch als Parabeln berechnet werden können, mögen noch beträchtlich darüber hinausgehen. Nach dem, was wir von der Entfernung der Fixſterne wiſſen, ſtehen ſelbſt die nächſten mehrere Hunderttauſende von Erdweiten von der Sonne entfernt; es würde alſo ein Planet in der Entfernung 2000 (die 100fache des Uranus) noch keine merklichen Störungen vom nächſten Fixſtern erfahren, wenn dieſer nicht ſehr viel größer als die Sonne iſt. Die Exiſtenz noch mehrerer Planeten jenſeit der Uranusbahn iſt alſo ſchon aus dieſen allgemeinen Gründen ſehr wahrſcheinlich.

Es treten aber noch beſondere Gründe hinzu, dieſe Wahrſcheinlichkeit zu unterſtützen, und der wichtigſte iſt folgender:

Wenn ein Planet jenſeit des Uranus läuft, ſo muß er — iſt anders ſeine Maſſe nicht ſehr klein — auf Uranus einwirken und in ſeinem Laufe Anomalien hervorbringen, die wir, ohne den ſtörenden Körper zu kennen, nicht zu erklären im Stande ſind. Allerdings werden dieſe Anomalien erſt nach beträchtlich langer Zeit hervortreten, denn wegen der 84jährigen Uranusperiode und der noch größeren des ſtörenden Planeten bleiben dieſe Wirkungen eine Reihe von Jahren hindurch nahe gleich, vermiſchen ſich alſo mit den Elementen, die aus den Beobachtungen dieſer Jahre gezogen werden, und ſind praktiſch nicht von ihnen zu trennen. Aber wenn man eine andere, beträchtlich frühere Reihe berechnet, ſo muß man andere Elemente erhalten, und man wird nicht beide Reihen zu einem gleichen Elementenſyſtem vereinigen können, ohne bedeutende Fehler übrig zu laſſen. Dieß iſt nun in der That der Fall mit Uranus. Die vorherſchelſchen Beobachtungen fand Bouvard* unvereinbar mit denjenigen Elementen, welche die viel zahlreicheren Beobachtungen von 1781 bis 1820 gaben, und die man, da die letztern Beobachtungen jedenfalls den Vorzug verdienen, annehmen muß. Die Abweichungen ſind zwar bei weitem nicht

* Tables astronomiques de Jupiter, de Saturne et d'Uranus. Paris. 1821.

alſo entdeckten Planeten ſelbſt aber, für welchen bis jetzt eine Namensbeſtimmung, die ich abwarten möchte, noch nicht erfolgt iſt*, führt mich dieſer Collectiv-Artikel Planeten zurück; gleichwie ich hinſichtlich des analytiſchen Details des Modus der Entdeckung durch den Perturbations-Calcül, vorausgeſetzt, daß dieß der Raum geſtattet, Le Verrier's dießfallſige Mittheilungen in der bezeichneten Nummer der „Aſtronomiſchen Nachrichten," als einen beſondern Anhang des gegenwärtigen Bandes unſeres Werkes (denn in den Text gehören dieſe Rechnungen, plangemäß, nicht eigentlich mehr) folgen laſſen will, mit welcher eventuellen Zuſicherung ich denn endlich dieſen langen und ſchwierigen Vortrag über „Perturbationen" beſchließe.

Phaſen, Lichtgeſtalten, Lichtabwechſelungen; Phases, Apparitiones Planetarum; *Phases* (φάσις, Erſcheinung). Dieſen Namen führen die veränderlichen Geſtalten, unter denen die (vergl. unten, näheren) Planeten, beſonders aber auch unſer Mond, nach Maßgabe der Art, in welcher uns ihre von der Sonne beleuchtete Halbkugel zu Geſicht kömmt, erſcheinen. Dieſe Geſtirne zeigen ſich uns nämlich nur dann als eine ganz (volle) runde Scheibe (welche Form eine, aus größerer Entfernung geſehene Kugel natürlich immer annimmt), wenn ſie uns eben auch die zugleich von der Sonne beleuchtete (volle) Halbkugel zuwenden; in andern Stellungen nehmen wir dieſe Hälfte entweder nur theilweiſe oder auch gar nicht wahr; und es entſteht daraus die Folge, daß das Geſtirn bald alſo rund, bald nur oval, oder auch wie eine halbe Scheibe, oder ſichelförmig, oder auch wie ein völlig dunkler Fleck geſehen wird. — Von den „Phaſen" des Mondes, welche meinen ſämmtlichen Leſern

ſo groß, daß man glauben könnte, der beobachtete Körper ſey gar nicht Uranus geweſen, aber gleichwohl viel zu ſtark, um ſo ſorgfältigen Aſtronomen, wie den obengenannten, als Beobachtungsfehler zugeſchrieben werden zu können. Aber noch mehr, auch die nach 1820 angeſtellten Beobachtungen weichen ſchon wieder nicht unbeträchtlich von Bouvard's Tafeln ab. Airy hat aus den Oppoſitionen von 1833 bis 1837 nachgewieſen, daß der Radius vector des Uranus für dieſe Jahre von den Tafeln um eine Größe abweiche, welche die Entfernung des Mondes von der Erde übertrifft, und ſo iſt es gewiß, daß die letzten zwanzig Jahre, für ſich allein berechnet, abermals ein andres Elementenſyſtem als die vorhergehenden vierzig geben würden.

Wenn man beim Saturnslaufe die Störungen des Uranus, oder bei Jupiter die des Saturn nicht berückſichtigte, ſo würde man ganz ähnliche Abweichungen finden, und wenn man ſehr genaue Saturnsbeobachtungen aus einer langen Reihe von Jahren beſeſſen hätte, ſo würde es möglich geweſen ſeyn, durch analytiſche Combinationen den Uranus theoretiſch zu entdecken, bevor ihn Herſchel aufgefunden hatte, vorausgeſetzt, daß alle andre ſtörende Maſſen hinreichend genau bekannt und in Rechnung gebracht worden wären.

Es liegt nun nahe, dieſen Schluß von Saturn auf Uranus um ein Glied weiter zu übertragen, und auf einen jenſeit des Uranus laufenden und dieſen ſtörenden Planeten zu ſchließen: ja man darf die Hoffnung ausſprechen, daß die Analyſis einſt dieſen höchſten ihrer Triumphe feiern und durch ihr geiſtiges Auge Entdeckungen in Regionen machen werde, in die das körperliche bis dahin einzudringen nicht vermochte."

Aehnliches hat mir der verewigte Beſſel bei einem letzten Beſuche, kurz vor ſeinem Tode, geſagt; — ja, nach einer Notiz im „Hamburger Taſchenbuche" für 1802, iſt ſchon damals für den, der Wurm'ſchen Reihe gemäß zu jener Zeit freilich nur noch erſt poſtulirten neuen Planeten der Name (eines Titanen, welcher vor Saturn regiert haben ſoll) Ophion vorgeſchlagen worden.

* Ich erfahre indeß und werde es im bezeichneten Art. Planeten näher nachweiſen, daß dieſem Planeten, ſtatt des anfänglich vorgeſchlagenen Namens ſeines Berechners Le Verrier, ſpäter vielmehr der auch viel paßlichere Name „Neptun" beigelegt worden iſt.

ohnedieß aus vielfacher eigener Beobachtung näher bekannt ſind, iſt im beſondern Art. Mondphaſen (vergl. denſelben), mit Anführung manches weniger bekannten Details ausführlich gehandelt worden, und ich habe es daher hier nur mit den Phaſen der Planeten, namentlich des Mercur und der Venus zu thun.

Freilich hat man dergleichen, wie geſagt, vom reſpectiven Stande zu Sonne und Erde abhängige Lichtabwechslungen, auch an dieſen beiden Planeten, wegen ihrer Entfernung und ſcheinbaren Kleinheit, nicht früher als nach Erfindung der Fernröhre bemerken können; die Mercurs- und Venus-„Phaſen“ gehören aber auch zu den erſten, bei Anwendung ſolcher Inſtrumente, von Galilei gemachten, und im viel citirten „Nuncius sidereus“ von ihm veröffentlichten Entdeckungen. Stehen nämlich dieſe beiden „unteren“ (in ihrem Laufe von der Erdbahn umſchloßnen) Planeten in oberer Conjunction mit (hinter) der Sonne, ſo wenden ſie ihre erleuchtete Halbkugel ganz gegen uns, und wir ſehen* ſie dann als volle runde Scheiben. Einige Zeit nachher, und wenn ſie ſich oſtwärts etwas von der Sonne entfernt haben, alſo (vergl. die Anmerk.) ſchon mit bloßem Auge in der Abenddämmerung wahrgenommen werden können, zeigen ſie ſich in abnehmender Lichtgeſtalt nur noch oval (gibbi oder gibbosi; *entamés*), bis ſie in ihrer größten öſtlichen Ausweichung von der Sonne, wie der Mond in den Vierteln (dichotomi; *dichotomes*) als halbe Scheiben erſcheinen. Von hieraus nähern ſie ſich der Sonne wieder (folgen ihr weniger ſpät), nehmen an Lichte noch mehr ab, und werden ſichelförmig (falcati; *forme de croissant* oder vielmehr *décroissant*), wogegen ſich ihr ſcheinbarer Durchmeſſer, indem ſie auf die Erde zurücken, vergrößert. Bei dieſem Abnehmen an Lichte iſt ihr erleuchteter Theil natürlich immer abendwärts gerichtet. In der untern Conjunction, welche ſie ſodann erreichen, wenden ſie, wie der Mond als Neumond, ihre ganze erleuchtete Hälfte der Sonne zu, ſind alſo für uns völlig dunkel, und zeigen ſich bei den Durchgängen (vergl. d. A.) auch als ſolche völlig dunkle „Flecke“ auf der Sonnenſcheibe. Nunmehr treten ſie auf die Abendſeite der Sonne*, werden, indem ſie letzterer, demgemäß, bei der Tagesbewegung jetzt vorangehen, des Morgens ſichtbar, und erſcheinen neuerdings ſichelförmig, doch ſo, daß der helle Theil eben ſo natürlich, morgenwärts gekehrt iſt, wobei ſie an Lichte zu-, an Durchmeſſer aber, von der Erde weg rückend, ab- nehmen. In der größten weſtlichen Ausweichung hiernächſt ſieht man ſie wieder als halbe Scheiben, bis ſie, bei wachſender Rundung, nochmals oval, und, zurückgekehrt zur oberen Conjunction, wieder voll werden. —

Die „oberen“ Planeten, deren Bahnen die Erdbahn vielmehr umſchließen, werden dagegen von der in der Mitte ſtehenden Sonne immer nach der nämlichen Seite hin beleuchtet, nach welcher hin ſie auch die Erde ſieht, und können daher von uns nie in Vierteln, ſichelförmig oder dunkel geſehen werden (eine Figur, wie die oben vorgeſchlagene, macht dieß gleich ganz augenſcheinlich); nur der (ſ. gleich Eingangs) „nähere“ Mars zeigt ſich in den Quadraturen mit nicht völlig runder Scheibe; beim Jupiter aber u. ſ. w., für welchen, wegen ſeiner großen Entfernung, ſelbſt in dieſer Con-

* Man könnte mir (da dieſe Planeten dann mit der Sonne am Himmel ſind) die Schwierigkeiten einer ſolchen Tages-Beobachtung einwenden; allein es iſt ſchon im Art. Fernrohr, S. 430, darauf aufmerkſam gemacht worden, daß man mit hinreichend lichtſtarken Fernröhren, namentlich Venus, ſelbſt am hellen Mittage ſehr gut wahrnehmen kann.

* Leſer, welche hierbei Anſtand finden ſollten, brauchen ſich bloß zwei concentriſche Kreiſe um die Sonne, den gemeinſchaftlichen Mittelpunct, zu zeichnen, und den innern von Merkur oder Venus, als den ſchnelleren, den äußern aber von der Erde, als den langſameren Planeten, in derſelben Richtung von der Rechten zur Linken durchlaufen zu laſſen, oder aber die Erde als ſtillſtehend anzunehmen, und jenen Geſtirnen die Differenz der Bewegung beizulegen.

figuration, die Geſichtslinien aus Sonne und Erde etwann als parallel angenommen werden dürfen, iſt an eine Bemerkung von „Phaſen" gar nicht zu denken. Eben ſo wenig können uns die Jupitersmonde, wie man ſich bei Erwägung ihrer nämlichen Entfernung, und ihrer ſteten Stellung gegen unſer Auge und gegen die Sonne, gleichfalls leicht verſinnlichet, einen „Phaſen"-Wechſel darbieten; und dieß gilt alſo in einem noch höheren Maße von den Monden des Saturn.

Die Galilei'ſche Entdeckung eines ſolchen Wechſels bei den Planeten Mercur und Venus gab übrigens ein ſchönes Argument für die Copernikaniſche Behauptung ab, daß auch die Erde nur ein, ebenfalls um die Sonne laufender Planet ſey: denn wenn man danach jene beiden Geſtirne, für welche doch dieſe Bewegung zugegeben werden mußte, als für ſich dunkle, nur von der Sonne beleuchtete Körper, gleich der Erde, erkannte; ſo ward es leichter, die Analogie nicht weniger auch auf die Bewegung für letztere auszudehnen.

Schließlich bemerke ich, daß man den Ausdruck „Phaſen" zuweilen auch auf die Erſcheinungen des Ringes des Saturn (vergl. d. A.) anwendet.

Phänomene, Erſcheinungen, Naturbegebenheiten; Phaenomena, Apparentiae; *Phénomènes.* Der allgemeine Name „Phänomen" oder „Erſcheinung" begreift Alles in ſich, was wir durch unſere Sinne wahrnehmen. Betrifft dieß einen Körper, iſt es ein „Phänomen" der Körperwelt, ſo gehört es zu den Gegenſtänden der, im weiteren Sinne, auch die Aſtronomie einbegreifenden Naturlehre (Phyſik, ſ. d. folg. A.), welche ſich mit der Erklärung der „Phänomene" beſchäftiget. Wahrgenommene Veränderungen in der Körpeltwelt heißen insbeſondere Naturbegebenheiten: wenn wir z. B. eine Veränderung im Ausſehen eines Kometen eintreten, ſeinen Schweif ſich verlängern, ſeinen furchtbaren Anblick ab- oder zunehmen ſehen; ſo bezeichnen wir dieß als eine am Kometen ſich zutragende (Natur-) Begebenheit, eine an ihm vorgehende „Erſcheinung", als ein „Phänomen"*. — Bei dieſer Erklärung des Sinnes dieſes Ausdruckes „Phänomen" in der Aſtronomie bleibe ich hier aber auch ſtehen; die weiteren Erörterungen hierüber gehören in die Metaphyſik der Naturwiſſenſchaft.

Phosphorus (Lucifer), Beiname der Venus (ſ. d. A.), wenn ſie als Morgenſtern erſcheint, gleichwie ſie, als Abendſtern dagegen Hesperus genannt wird, welchen letzteren, in ſeiner alphabetiſchen Ordnung ausgelaßnen Artikel ich, auf dieſe Veranlaſſung, nachzutragen bitte.

Photometer; Photometrum; *Photomètre.* Ein Inſtrument zur Abmeſſung der Intenſität des Lichtes (φῶς). — Wir haben im Art. Fixſterne (S. 551.) von einem „photometriſchen" Verſuche Herſchel's (d. Vaters) zur Vergleichung der Intenſität des Lichtes der Sonne mit dem des Sirius geſprochen. Zu ſolchen Vergleichungen ſind mehrere Vorrichtungen erdacht, von denen wir die des Engliſchen Naturforſchers Wollaſton (geſtorb. 1828 als reicher Gutsbeſitzer in Suſſex) anführen, wonach das bei Tage von einer ſpiegelnden Glaskugel zurückgeworfene Sonnenlicht, und das bei Nacht eben ſo betrachtete Sternenlicht, beide Mal, mit dem Lichte einer Kerze (im dunklen Zimmer) verglichen werden ſoll. — Die über dieſen Gegenſtand handelnde Lehre der

Photometrie; Photometria; *Photométrie,* wird vom Deutſchen (als Profeſſor der Phyſik 1787 zu Halle verſtorbenen) Mathematiker Karſten in ſeinem „Lehrbegriffe d. geſammt. Mathematik." Greifswald. 1767. 8 B. 8. als eine beſondere optiſche Disciplin behandelt; hier habe ich nicht weiter darauf einzugehen.

* Ich wähle dieſes Beiſpiel, als eine ſeltener vorkommende „Erſcheinung." aus, indem man zwiſchen dem griechiſch-lateiniſchen Worte „Phaenomenon" und jenem Ausdrucke der „Erſcheinung" gewöhnlich noch den, wiewohl in der Etymologie nicht begründeten Unterſchied eines ſolches Bezuges auf das nur „ſeltener" Vorkommende macht.

Photoſphäre, Licht- (φῶς) ſphäre; Photosphaera; *Photosphère*, heißt die die Sonne (vergl. d. A.) umgebende Lichthülle.

Phyſik, Naturlehre, Naturkunde, Naturwiſſenſchaft; Physica, Physice, Philosophia naturalis; *Physique* (φυσις, Natur). Dieſen Namen führt eigentlich die geſammte Lehre von der Natur der Körperwelt, oder von den Eigenſchaften, Kräften und Wirkungen der Körper ohne Ausnahme, alſo auch der Himmelskörper, demgemäß unſere Disciplin der Aſtronomie nur als eine Unterabtheilung jener, dieſerhalb von uns nicht unerwähnt zu laſſenden, umfangreichen Doctrin erſchiene*, gleichwie dieſe Doctrin, unter einem ſo weiten Geſichtspuncte, nicht weniger auch die Naturgeſchichte (vergl. den, ebenfalls in dieſem unſerm Sinne behandelten Artikel) einbegreifen würde. Aus dieſer Unermeßlichkeit hat man indeß die eigentliche „Phyſik“ durch die Grenzbeſtimmung als „Wiſſenſchaft von den Urſachen oder Kräften, welche die in der unorganiſchen irdiſchen Natur vorgehenden Erſcheinungen bedingen,“ ausgeſchieden; — und in dieſer ſpecielleren Geſtalt müſſen wir ſie von dem ſtrengen und zugleich nicht auf das „Irdiſche“ beſchränkten aſtronomiſchen Wiſſen, für welches ſie, namentlich mit ihren optiſchen (aber auch in beſonderen A. A. behandelten) Unterabtheilungen, daher nur als Hilfswiſſenſchaft auftritt, unterſcheiden, und zum beſondern Studium verweiſen. Hier mag rückſichtlich eines ſolchen beſondern Studiums nur noch die, manchen Leſern vielleicht nicht unwillkommne literariſche Bemerkung ſtehen, daß mir von den unzähligen dazu geſchriebenen neueren Werken das „Lehrbuch der Phyſik.“ Von Eiſenlohr. 4te Aufl. Mannheim. 1844. gr. 8. — von den älteren aber Gren's „Naturlehre.“ 6te Aufl. Durch Kaſtner. Halle. 1820. gr. 8. beſondere Auszeichnung zu verdienen ſcheinen.

* Unter dem nämlichen Geſichtspuncte hat auch Newton ſein großes „aſtronomiſches“ Werk der „*Philosophiae naturalis* principia mathematica“ mit dieſem, oben von uns für die „Phyſik“ gebrauchten lateiniſchen Namen belegt.

Phyſiſch; Physicus; *Physique*. Die allgemeine Bedeutung dieſes Ausdruckes ergibt ſich aus dem voraufgehenden Artikel Phyſik: was ſich auf die dort namhaft gemachten Gegenſtände bezieht, heißt „phyſiſch“. Wir haben das Wort in unſerm aſtronomiſchen Vortrage mehrfach gebraucht, indem wir von einem „phyſiſchen Momente“ und von der „phyſiſchen Aſtronomie“ geſprochen haben. Im Artikel Finſterniſſe, S. 538. z. B. heißt es „die Verfinſterung eines Jupiterstrabanten werde von allen Beobachtern, denen ſie zu Geſicht kömmt, im nämlichen phyſiſchen Momente erblickt“ — welches ſagen will, daß der Augenblick der Wahrnehmung ein abſoluter, und nicht von der relativen Uhrzeit des ſpeciellen Beobachters abhängig ſey. Was aber unter „phyſiſcher“ Aſtronomie, im Gegenſatze der ſphäriſchen und theoriſchen zu verſtehen iſt, das habe ich in jenem Artikel „Aſtronomie“ gründlich auseinander geſetzt, und darf dahin verweiſen.

Planconcav; Planconvex, ſ. Linſengläſer.

Planetarium, Planetenmaſchine; Machina planetaria; *Planétaire**. Man verſteht darunter eine oft mit Räderwerk verſehene Maſchine, an welcher Kugeln, die die Planeten vorſtellen, um eine, die Mitte einnehmende Sonnenkugel, in verhältnißmäßigen Entfernungen, und in Zeiten, die ſich mit den wahren Umlaufszeiten ebenfalls im rechten Verhältniſſe finden, herumgeführt werden: die Kugel

* Im Engliſchen heißt eine ſolche, die Planetenbahnen darſtellende Maſchine „*Orrery*,“ eine Benennung, nach deren Grunde meine Leſer auf dieſe Veranlaſſung fragen könnten. Ich finde aber in meinen Notizen, daß ein Lord Orrery ein ausgezeichnetes Kunſtwerk dieſer Art beſeſſen habe. — Der uns vielfach bekannt gewordene Deutſche Mathematiker Käſtner will das Wort dagegen von **Orbitery** (**Or'bit**, Bahn eines Himmelskörpers) ableiten.

des Jupiter z. B. deſſen Entfernung von der Sonne das fünffache der Entfernung der Erde von der Sonne, und deſſen Jahr ziemlich zwölf unſerer Jahre ausmacht, ſteht an einem ſolchen „Planetarium“ fünf Mal weiter als die die Erde vorſtellende Kugel von der Mitte ab, und bewegt ſich zwölf Mal langſamer. Dadurch wird es nun, wie man gleich einſieht, möglich, die verwickelten Erſcheinungen des Laufes der Planeten: ihre Recht- und Rückläufigkeiten, ihre Stillſtände, wie dieß Alles auf der mit bewegten Erde erſcheint, augenſcheinlich zu machen, wiewohl man, nach meiner Meinung, mit einiger Zeichnung und dem rechten Sinnen über die Sache doch noch weiter kommt. Fehlt das Räderwerk an einer ſolchen Maſchine, ſo muß man die Kügelchen mit der Hand fortſchieben, wodurch der, angedeutetermaßen, ohnedieß geringe, von dieſem Hilfsmittel zu erwartende Vortheil noch mehr beeinträchtiget wird.

Man hat auch dergleichen Maſchinen, welche bloß den vereinigten Erd- und Mondlauf um die Sonne und die Axendrehung der Erde darſtellen, und wobei dann die Axe der die Erde repräſentirenden Kugel unter dem Winkel von etwann 66° gegen die (Horizontal-) Ebene der Ekliptik (vergl. d. A. S. 299.) geneigt iſt, und in dieſer Stellung durch eine Kette ohne Ende erhalten wird, welche Einrichtung die Vorſtellung von der Abwechslung der Jahreszeiten, Tag- und Nachtlängen u. ſ. w. erleichtern ſoll. Eine ſolches Modell (die Landcharten-Handlung Schropp zu Berlin übernimmt die Beſorgung) beſitze ich ſelbſt, und habe dafür früher 4 Friedrichsd'or bezahlen müſſen; jetzt bietet Buchhändler Haspel zu Schwäbiſch Hall dergleichen zu 5 Thalern an, und auch andere Buch- und Kunſthandlungen liefern ſie. Eine ausführliche Anleitung zum Gebrauche der „Planetarien“ endlich aber gewährt Gelpke „Kurze Darſtellung des Weltgebäudes und des Gebrauches eines Planetariums.“ Braunſchweig. 1809. 8.

Planeten; Planetae, Stellae errantes; *Planètes.* (Ich bevorworte gleich, daß ich von den fünf kleinen, ihre Bahn zwiſchen Mars und Jupiter beſchreibenden Planetchen, obwohl ſie nicht weniger zu den [Haupt-] Planeten gerechnet werden, aus ſpäter vorkommenden Gründen, doch unter dem, ihnen gewöhnlich beigelegten eigenen Namen der Planetoiden, in einem, dem gegenwärtigen aber unmittelbar folgenden Artikel, beſonders handle.) Das Wort „Planet“ kommt aus dem Griechiſchen *πλάνε* „umherirrend,“ daher auch oben „Stellae errantes“ als gleichbedeutend mit „Planeten“ ſteht, welches jedoch in ſo fern unrichtig iſt, als die Kometen den Charakter dieſes „Umherirrens“ mit den Planeten gemein haben, und doch übrigens wohl von ihnen zu unterſcheiden ſind. Man muß „Planeten“ vielmehr genauer als Himmelskörper definiren, welche ſich oon den Fix- (feſten, ihren Platz behauptenden*) Sternen (die Einſchränkung wegen der Doppelſterne unten) durch eine ſtete Stellungsveränderung und durch Umlaufung des ganzen Himmels, ſammt dem Umſtande, im Fernrohre eine Scheibenform zu zeigen (wogegen der Fixſtern — vergl. d. A. S. 540 — immer nur als untheilbarer Punct erſcheint), von den mit Schweif, oder doch mit trübem, nebligem Anſehen erſcheinenden Kometen aber durch ihre unverkennbare, ganz andere, beſtimmtere Geſtalt und ſchärfern Umriß unterſcheiden. — Dieſe Unterſcheidungsmerkmale gewährt ſchon der bloße Augenſchein; die (neuere) theoriſche Aſtronomie fügt noch hinzu, daß ſich die „Planeten“ nicht wie die Kometen bald (heliocentriſch**) recht- und bald rückläufig, ſondern unausnamentlich rechtläufig, und in weniger excentriſchen, kreisähnlicheren elliptiſchen Bahnen um die Sonne bewegen, und einen, an den Kometen dagegen gar nicht wahrnehmbaren, Maſſeneinfluß äußern.

* Ich darf hier vergleichsweiſe noch ſo ſagen, und wegen der gleichwohl Statt findenden Eigenbewegungen der, dieſen Namen alſo nicht mit vollem Rechte verdienenden Fixſterne auf letzteren Art. S. 550 verweiſen.

** „Heliocentriſch“; denn, geocentriſch geſehen, ſind Planeten und Kometen gleich ſehr bald recht-, bald rückläufig.

Alle dieſe charakteriſtiſchen Merkmale ſind übrigens den Haupt- mit den Neben-„Planeten“ (Monden) gemein; die letzteren unterſcheiden ſich von den erſteren hinwiederum nur dadurch, daß ſie die Sonne nicht, wie jene, unmittelbar umkreiſen, ſondern daß ſie von den durch ſie umkreißten, reſpectiven Hauptplaneten mittelbar um dieſelbe geführt werden.

Endlich muß, um auch eine oben, in dieſem Bezuge angedeutete Einſchränkung wegen der „Doppelſterne“ näher zu bezeichnen, in Betracht gezogen werden, daß (vergl. wieder Fixſterne, S. 560.) in ſolchen Doppelſtern-Paaren, den Begleitſternen zwar, ganz wie den Planeten, auch eine Bewegung um ihre Sonne beiwohnt, daß ſie aber dabei doch ſelbſtleuchtende, die (Haupt- und Neben-) Planeten hingegen dunkle, ihr Licht nur von der Sonne empfangende Weltkörper ſind.

Solcher jetzt alſo näher bezeichneten Haupt-Planeten (von den [Monden] Neben-Planeten iſt in dieſem beſondern Art. die Rede geweſen, und ich führe ſie hier nur ſummariſch auf) zählt man nun, mit (ſ. oben) vorläufiger Einbegreifung der fünf Planetoiden und des ganz kürzlich vom Franzöſiſchen Aſtronomen Leverrier (jenſeit des bisher als Grenz-Planeten betrachteten Uranus) entdeckten neuen Planeten *, den von uns ſelbſt bewohnten Planeten Erde mitrechnend, dreizehn mit zuſammen achtzehn Monden:

Mercur,
Venus,
Erde mit 1 Monde,
Mars,

die fünf Planetoiden (nämlich Ceres, Juno, Pallas, Veſta; und jetzt Aſträa)

Jupiter mit 4,
Saturn mit 7,
Uranus mit (bis jetzt entdeckten) 6 Monden,
Neptun*.

Ueber eilf (vergl. unten) derſelben handeln eigene Artikel meines Werkes (um deren Vergleichung ich ausdrücklich bitte) in der natürlichen alphabetiſchen Ordnung; über den zwölften: den eben erwähnten Leverrier'ſchen, ſeitdem mit dem Namen „Neptun“ belegten Planeten, muß ich mich nun zu Schluſſe des gegenwärtigen-, und über den, auch nur erſt indeß entdeckten (fünften) Planetoiden (die Aſträa), als dreizehnten der obigen Folge, zu Schluſſe des Collectiv-Artikels Planetoiden verbreiten. Gleich habe ich erſt noch zu bemerken, daß, in früherer Zeit, ſtatt dieſer hier namhaft gemachten dreizehn, nur von fünf „Planeten“: Mercur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, die Rede iſt: die Erde betrachtete man, wie wir im Ariikel Weltſyſtem näher ſehen werden, damals noch aus einem ganz andern Geſichtspuncte, und die übrigen Planeten ſind (vergl. das ſchon Geſagte und den weiteren Vortrag in den Einzel-Artikeln) Entdeckungen der Jetztzeit.

Eben ſo anders verhält es ſich mit der neueſten und der früheren Eintheilung der Planeten. Bald nachdem man ſich von der planetariſchen Bahnbewegung auch der Erde überzeugt hatte, theilte man die Planeten nämlich (vergl. S. 68 dieſes Bandes unſeres Werkes) in untere und obere, d. h. in ſolche: Mercur und Venus, deren Bahnen von der Erdbahn umſchloſſen ſind, oder in ſolche: Mars u. ſ. w., deren Bahnen dagegen die Erdbahn einſchließen; jetzt dagegen läßt man die Planeten, mit beſonderer Rückſicht auf die an ihnen beobachteten phyſiſchen Unterſchiede, in zwei große Hauptgruppen zerfallen, deren erſtere den Mercur, die Venus, die Erde und den Mars, die zweite aber den Jupiter, Saturn und Uranus enthält (und zu welcher auch wohl der nun entdeckte „Neptun“ wird gerechnet werden müſſen), indeß die, angegebenermaßen, zwiſchen Mars und

* Es iſt von demſelben vorläufig bereits zu Schluſſe des voraufgehenden Art. Perturbationen, welchen ich zu vergleichen bitte, die Rede geweſen, indem daſelbſt die Veranlaſſung zu der ſchon damals verkündeten Entdeckung erklärt werden konnte.

* Mit dieſem Namen ſoll nämlich, wie ich leſe, der eben erwähnte neue Leverrier'ſche Planet belegt werden.

Jupiter kreiſenden fünf Planetoiden, über deren Trennung von den übrigen ich mich hier erklären wollte, nur planetariſche Uebergangsglieder von der erſten zur zweiten Gruppe abzugeben ſcheinen. — Dieſen letzteren Punct erläutere ich, wie geſagt, näher im folgenden beſondern Artikel; hier habe ich es nur noch mit jenen beiden Hauptgruppen, und ihren angedeuteten charakteriſtiſchen (allgemeinen oder Gruppen-) Unterſchieden zu thun.

Die erſte derſelben enthält alſo den Mercur, die Venus, unſere Erde und den Mars. Dieſe ſämmtlichen vier Planeten ſind von einer, wenn auch unter ſich nicht gleichen, doch in Bezug zu denen der anderen Gruppe überhaupt, ſehr mäßigen Größe; ihre Dichtigkeit aber, als zweites, beſonders hervorzuhebendes Unterſcheidungsmerkmal, beträgt allgemein das vierfache der Dichtigkeit der Planeten der zweiten Gruppe (ſie ſind aus ſoviel dichteren, gröberen Stoffen gemacht)[*]. — Auf dieſen letzteren Umſtand, auf welchen ich ein ganz beſonderes Gewicht lege, komme ich hinten, und zwar unter einem Geſichtspuncte, welcher mir mit Kant gemeinſchaftlich iſt, ausführlicher zurück.

Hierzu geſellt ſich die, wenn auch unter ſich natürlich wieder ſehr verſchiedene, doch im allgemeinen Vergleiche zur zweiten Gruppe, ebenfalls viel kürzere Umlaufsdauer (das Sonnen-Jahr) der Planeten dieſer erſten Gruppe, ein anderer Umſtand, den ich, in Vereinigung mit dem vorauf angeführten, nachher auch vorzugsweiſe hervorhebe; — vollkommen gemeinſchaftlich iſt ihnen aber ferner die 24ſtündige Axendrehung: der Tag des Mercur (vergl. d. A. S. 97.), der Venus (ſ. auch dieſen A.) und des Mars (S. 71.) dauert faſt genau wie der Erdentag, 24 unſerer Stunden, wogegen den Planeten der zweiten Gruppe eine etwann nur 10ſtündige Rotation nicht weniger gemeinſchaftlich iſt.

Endlich aber gibt der Mangel mehrerer Monde ein anderes Unterſcheidungsmerkmal der erſten Gruppe ab: von ihren vier Planeten beſitzt nur die Erde[*] und zwar nur Einen Mond, wogegen die Planeten der zweiten Gruppe ſämmtlich ein eigentliches Mondgefolge haben.

Die Planeten der zweiten Gruppe: Jupiter, Saturn, Uranus (vom „Neptun“ kann natürlich nur erſt die Zeit dieß Nähere lehren), und zu welchen ich nun übergehe, ſind alſo vor denen der erſteren, ganz beſonders durch eine größere Stofffeinheit[**], eine unverhältnißmäßig längere Jahresdauer, und ihr Gefolge von Monden, deren ſtilleres Licht dort das blendende, in ſo großer Entfernung eines Erſatzes ohnedieß bedürfende Sonnenlicht vertritt, ausgezeichnet; — und daran knüpfe ich nun, nach dem erwähnten Vorbilde des verehrungswürdigen Immanuel Kant[***], die-

[*] Dieß bezieht ſich beſtimmter freilich nur erſt noch auf die drei Planeten Jupiter, Saturn und Uranus, und will alſo ſagen, daß dieſe drei Weltkörper allgemein aus einem viermal feineren (lockereren) Stoffe als die Erde (oder Mercur, Venus, Mars, welche der Erde, angegebenermaßen, an Dichtigkeit gleich kommen) gebildet ſind. Vom „Neptun“ ſteht (vergl. unten) die größere Stofffeinheit nur erſt überhaupt feſt; und es muß danach ſpäter entſchieden werden, mit welcher Beſtimmtheit dieſer Planet noch zur „zweiten“ oder (vergl. unten) vielleicht gar ſchon zu einer dritten Gruppe gehört.

[*] Ueber die Gründe, auch bei Mars Einen, vielleicht gar zwei Monde zu vermuthen (wiewohl die wirkliche Entdeckung noch immer nicht geglückt iſt) erklärt ſich dieſer Artikel, S. 80. — Dieß ändert aber Nichts in der obigen Darſtellung; denn ſchon Jupiter hat vier Monde.

[**] Dieſe größere „Stofffeinheit“ z. B. des Jupiter iſt eine aſtronomiſche Thatſache; man kennt die Größe (das Volumen) dieſes Planeten aus unmittelbarer Meſſung, und ſeine Maſſe (ſein Gewicht) aus ſeinen perturbirenden Einflüſſen; aus der Vergleichung von Gewicht und Volumen folgt aber die Dichtigkeit.

[***] „Naturgeſchichte und Theorie des Himmels.“ 4. Aufl. Zeitg. 1808. gr. 8., womit man verbinden mag Nürnberger: Ueber das Zerfallen unſeres Planetenſy-

jenigen erhabenen planetariſchen Betrachtungen, derentwegen ich oben hierher verwieſen habe.

Dieſer tiefſinnige Philoſoph* folgert nämlich (im erwähnten Werke, S. 132.) ſchon aus dem weiteren Sonnenabſtande der entfernteren Planeten (der zweiten Gruppe), „daß die Organiſation der ſie bewohnenden Weſen leichterer und feinerer Art, die Elaſticität ihrer Faſer größer, und die ganze Anlage ihres Baues vortheilhafter ſeyn müſſe;“ — hiermit ſteht aber dasjenige, was ich von der größeren Stofffeinheit der, jene Weltkörper bildenden Materien angeführt habe, in der vortrefflichſten Harmonie. In der That deutet eine ſolche größere Stofffeinheit ganz unabweislich auf den, von Kant behaupteten ätheriſchern Zuſtand hin, der ſich von den Steinen, Erden und Gewäſſern jener Planeten, hinauf zu ihren Pflanzen und zur animaliſchen Natur erſtrecken muß, und welcher einen weiteren Schluß auf die erhöhete Intelligenz derjenigen Weſen geſtattet, die z. B. auf dem Jupiter den Rang der Menſchen auf der Erde einnehmen.

Dazu hat man die deßwegen auch ſchon oben beſonders hervorgehobene längere Dauer des Jahres auf dieſen Planeten zu rechnen. Schon das Jahr des, wieder zum Beiſpiel gewählten Jupiter iſt faſt ſo lang als zwölf unſerer Erdenjahre: der Frühling** der dortigen Blumen dauert demnach ſo viele (Erden-) Jahre als bei uns Monate; und die Stabilität aller dortigen Lebens-Einrichtungen muß ſich nothwendig ganz in dem nämlichen Verhältniſſe ſteigern. — Die nicht weniger bereits erwähnte Abweſenheit des blendenden Sonnenlichtes ferner und deſſen Erſatz durch das mildere Licht* von vier Monden auf dem Jupiter (welchen wir fortfahren wollen, als Beiſpiel auszuzeichnen) erregt außerdem ganz andere Erwartungen vom dortigen Leben, welches ich deßwegen ſchon in der angeführten Schrift als eine höhere „Exiſtenzſtufe“ bezeichnet habe, wodurch noch ein anderer erhabenerer Vorzug dieſer „Planeten“ der zweiten Gruppe vor denen der erſten, in ihrer Einrichtung weniger begünſtigten, begründet würde. Die Natürlichkeit ſolcher Unterſchiede zwiſchen den beiden Gruppen, und der Vorzüge der letzteren vor der erſteren, drängt ſich aber auch beim weniger tiefen Nachdenken über das Verhältniß dergeſtalt auf, daß, lange vor Kant und ſeinen dießfallſigen obigen Aeußerungen, auch ſchon mein würdiger Lehrer (der verewigte Leipziger Naturforſcher) Gehler, in ſeinem viel citirten „Phyſikaliſches Wörterbuch“ und in welchem gewiß von einer poetiſchen Auffaſſung der Gegenſtände nie die Rede iſt, ſeine Betrachtungen über jene Planeten mit der Bemerkung ſchließt, „es müſſe die dortige Naturgeſchichte von der unſrigen ganz verſchieden ſeyn, und alldort Dinge geben, von denen wir hienieden auch nicht einmal eine Idee haben können.“ — Weiter vertiefe ich mich mit meinen Leſern hier indeß nicht in dieſe Contemplation, ſondern verweiſe Diejenigen von Ihnen, welche ein gleiches Intereſſe mit mir dafür beſeelt, lieber an das vorn erwähnte, derſelben beſonders gewidmete Werk, wo dem Nachſinnen darüber ein reicheres Material geboten wird.

Die, bevorwortetermaßen, ſomit näher nur erſt erwähnten eilf Haupt-Planeten und Planetoiden mit ihren achtzehn Monden prägt man übrigens ſei-

ſtems in zwei große Gruppen. 2te Aufl. Kempten. 1839. gr. 8. und deſſelben Verfaſſers: „Aſtronomiſche Reiſeberichte, oder Topographie des Himmels.“ Ibid. 1837. 8.

* Bei den Einwendungen, welchen meine Anſichten in der Conjectural-Aſtronomie nicht immer haben entgehen können, muß es mir natürlich erwünſcht ſeyn, Auctoritäten, wie die eines Kant, für mich anführen zu können.

** Ich ſehe bei dieſer Anführung von der geringen „Schiefe der Ekliptik“ auf dem Jupiter (vergl. d. Art. S. 831) ab, welcher zu Folge man auf dieſem Planeten im Allgemeinen eigentlich ein ſtetes Frühlings-Verhältniß anzunehmen hat. Das oben Geſagte iſt deßhalb im ſtrengeren Sinne nicht weniger wahr.

* Von einer wahrſcheinlichen gleichzeitigen eigenen Lichtentwicklung der oberen Planeten (vergl. Jupiter S. 832) noch hinten.

nem Gedächtniſſe am beſten durch die nachſtehenden Memorialverſe:

„Systema solare.

Mercurius primus; *Venus* altera; tertia *Tellus;*
Mars quartus; veniunt tunc illi hucusque latentes:
Vesta, planeta minor; *Juno; Pallas*que; *Ceres*que;
Jupiter est nonus; decimus *Saturnus;* olympum
Sidera gestantem *undecimus* tenet *Uranus* errans.
Sed quoque sunt Lunae fulgentes hisce planetis:
Tellurem nostram comitatur *Luna* satelles;
Atque *Jovi* rutilo custodes *quatuor* adstant;
Septem Saturno (quem et triplex annulus* ornat);
Cingitur a lunis tandem *sex Uranus* exter.
Ecce *novem lunas* numerat *bis* Phoebus Apollo." —

ein, deren Mittheilung ich dem würdigen Pfarrherrn Fleiſchhauer zu Teutleben bei Gotha, Verfaſſer der „Volksſternkunde" (Darmſtadt. 1844. 2 Bd. kl. 8.) verdanke, und dem es nunmehr überlaſſen bleiben muß, auch noch der, wie geſagt, weiterhin zu beſprechenden Aſträa, und dem Neptun, zu welchem ich, in der verſprochenen Art nunmehr gleich übergehe, ihren Platz darin anzuweiſen.

Ueber dieſen neuen (transuraniſchen) Planeten Neptun enthält aber die Petersburger Zeitung einen Aufſatz des berühmten Aſtronomen W. Struve in Pulkowa bei Petersburg, aus dem Nachſtehendes ein Auszug iſt, welcher mir für meine Leſer hinreichend ſcheint, und welchem ich nur einige Anmerkungen hinzuzufügen habe: „Wir bezeichnen den neuen Planeten," heißt es dort, „gleich mit demjenigen Namen Neptun, der ihm, nach einem vom 1. October n. St. datirten Briefe des Hrn. Le Verrier an Hrn. O. Struve, von dem auf der Sternwarte in Paris zu einer Sitzung verſammelten Bureau des longitudes beigelegt worden. Ohne Zweifel wird dieſer, nach Analogie der ältern Planeten gewählte Name von den Aſtronomen aller Nationen angenommen werden, eben ſo wie der zur Bezeichnung des Planeten beſtimmte aufrechte Dreizack. Der Durchmeſſer des Neptun iſt 5,28 Mal, alſo reichlich 5 Mal ſo groß als der des Erdäquators, oder, dieſen zu 1718 geographiſchen Meilen geſetzt, gleich 9071 geographiſchen Meilen. Der körperliche Inhalt deſſelben iſt 147½ Mal ſo groß als der der Erde. Neptun iſt demzufolge ſeiner Größe nach der dritte unter den bekannten Planeten des Sonnenſyſtems. Er wird nur vom Jupiter und Saturn übertroffen, deren Durchmeſſer 11,22 und 9,02 Mal ſo groß als der der Erde ſind. Er übertrifft aber an Größe den Uranus, deſſen Durchmeſſer 4,58 iſt, die Erde mit dem Durchmeſſer 1, und die übrigen kleineren Planeten. Herr Le Verrier hat die Maſſe des Neptun = $\frac{1}{9300}$ der Sonnenmaſſe beſtimmt. Da nun die Erdmaſſe nur $\frac{1}{359531}$ der Sonnenmaſſe beträgt, ſo folgt, daß die Neptunmaſſe 38,7 Mal ſo groß iſt als die der Erde, d. h., daß $38\frac{7}{10}$ Erdkugeln zuſammen genommen gerade ſo viel wiegen als die Neptunskugel. Gewiß wird dem Laien der Umſtand, daß es möglich geweſen iſt, die Maſſe eines Himmelskörpers zu beſtimmen, ehe derſelbe von irgend Jemand am Himmel geſehen worden, als der glänzendſte Beweis der Macht der Theorie erſcheinen, und viele werden ſich die Möglichkeit dieſer Beſtimmung kaum erklären können. Und doch liegt ſie ziemlich nahe. Das Vorhandenſein des Planeten ward aus dem Umſtande geſchloſſen, daß der äußerſte Planet Uranus in ſeinen Bewegungen kleine Unregelmäßigkeiten zeigte, welche ſich aus der Anziehung der übrigen, bis dahin bekannten Körper des Sonnenſyſtems nicht erklären ließen. Dieſe Störungen des Uranus mußten einem jenſeits deſſelben liegenden Planeten zugeſchrieben werden. Nun ſind aber alle Wirkungen, das heißt Störungen, welche ein Planet auf den andern ausübt, von der Maſſe abhängig, die der ſtörende Planet hat, das heißt, ein Körper von doppelter Maſſe

* Wegen dieſes, nicht eigentlich zu meiner Zählung gehörigen „triplex annulus" muß ich auf den betreffenden Art. Saturn ſelbſt verweiſen.

bringt die doppelte Störung hervor. Es iſt daher leicht zu folgern, daß, wenn man die Störungen erkannt hat, die ein bis dahin unbekannter Planet auf den Uranus ausübt, und dieſelben mit der Anziehung vergleicht, welche die Sonne oder ein anderer Planet, z. B. Jupiter auf ihn, den Uranus, ausübt, man auf das Verhältniß der Maſſe des unbekannten Planeten zu der der Sonne oder des Jupiters einen Schluß machen kann. Die Größe des Neptun konnte aber die Theorie nicht geben; ſie konnte nur aus der Meſſung des ſcheinbaren Durchmeſſers dieſes Planeten gefolgert werden. Vergleichen wir nun noch die Größe und die Maſſe eines Planeten mit der Größe und Maſſe eines andern, ſo finden wir auch das Verhältniß ihrer Dichtigkeiten. Es ergibt ſich ſogleich, da der körperliche Inhalt des neuen Planeten 147,5 Mal den der Erde übertrifft, ſeine Maſſe aber nur 38,7 Mal größer iſt, daß von beiden Körpern die Erde *der dichtere* iſt, oder daß die Dichtigkeit des Neptun nur $^{1}/_{3,8}$ etwas mehr als *ein Viertel* der Dichtigkeit der Erde beträgt. Bekanntlich iſt die mittlere Dichtigkeit der Erde 5,6 Mal ſo groß als die des Waſſers, und wir wiſſen demnach, daß die mittlere Dichtigkeit des neuen Planeten nahe zu ein und einhalb Mal ſo groß iſt als die des Waſſers, d. h. das Gewicht des Neptun beträgt $1^{1}/_{2}$ Mal ſo viel als das einer Waſſerkugel von gleichem Durchmeſſer mit ihm. Neptun erſcheint als ein Stern 7ter bis 8ter Größe, iſt alſo, wenn wir die Grenze der Sichtbarkeit fürs unbewaffnete Auge bei den Sternen 6ter bis 7ter Größe ſetzen, auf keine Weiſe mit unbewaffnetem Auge zu ſehen, muß aber mit Leichtigkeit in jedem guten Kometenſucher, in jedem guten Zugfernrohre und ſogar in einem ſtarken Operngucker erkannt werden können. Solche Fernröhre werden aber den Planeten nur als einen kleinen Lichtpunkt unter vielen andern zeigen, und es iſt den großen Fernröhren vorbehalten, die planetariſche Scheibe zu erkennen zu geben. Wir bemerken indeß, daß dieſe nicht bloß im größten unſerer Fernröhre, ſondern auch in den Meridian-Inſtrumenten der Sternwarte erkannt worden iſt. Bekanntlich ſind Jupiter und Saturn abgeplattet. Die hieſigen Beobachtungen haben die Scheibe des Neptun als kreisrund dargeſtellt, alſo keine Abplattung zu erkennen gegeben. Dennoch iſt eine kleine Abplattung nicht nur möglich, ſondern ſogar wahrſcheinlich. Vielleicht iſt ſie aber zu klein, um bei dem jetzigen niedrigen Stande des Planeten erkannt zu werden. Einen Ring, dem des Saturn ähnlich, haben wir nicht geſehen. Es folgt daraus nicht nothwendig, daß Neptun keinen Ring habe, da wir ja wiſſen, daß auch der Saturnsring von Zeit zu Zeit verſchwindet, indem die Sichtbarkeit von der Stellung des Planeten gegen Sonne und Erde abhängt. Eben ſo wenig iſt bisher von uns ein Trabant des Neptun geſehen worden. Schon die Uranustrabanten gehören zu den ſchwierigſten Gegenſtänden für die Erkennung im Fernrohre, und nach der erſten Analogie wäre ſehr wenig Hoffnung vorhanden, je die Monde des Neptun zu entdecken, da ſie bei gleicher Größe mit den Uranustrabanten unter den günſtigſten Umſtänden über 10 Mal ſchwächer erſcheinen müſſen als dieſe. Aber es iſt leicht möglich, daß Neptun größere Trabanten habe als Uranus. Ein Trabant, deſſen Durchmeſſer in demſelben Verhältniſſe zum Neptun ſtände, wie der irdiſche Mond zur Erde, müßte auf den erſten Blick erkannt werden. Auf jeden Fall wird die Nachforſchung nach Monden des neuen Planeten eine Aufgabe für unſer ſo lichtſtarkes Fernrohr ſeyn, obgleich dieſe Forſchung durch den niedrigen Stand des Planeten jetzt nicht begünſtigt wird. Gewiß iſt von Manchem ſchon die Frage aufgeworfen: iſt denn Neptun der letzte Planet des Sonnenſyſtems? Nach allem Ermeſſen iſt gar kein Grund vorhanden, das anzunehmen. Sollte aber Hoffnung ſeyn, einen jenſeits des Neptun belegenen Planeten jemals zu entdecken? Allerdings! Schwerlich aber auf dem von Le Verrier betretenen theoretiſchen Wege. Denn um dieſen anwenden zu können, müſſen Jahrhunderte vergehen, um während eines Umlaufs die Bewegung des Neptun zu verfolgen, und ſeine Störungen durch einen unbekannten Planeten zu erkennen. Schwerlich, aber doch möglicher Weiſe durch die Erkennung der Scheibe in mächtigen Fernröhren. Wahrſcheinlich aber durch genaue

Charten. Uranus iſt einem Fixſtern 6ter Größe gleich, Neptun erſcheint als Stern 7ter bis 8ter Größe. Sehr möglich, daß der nächſte Planet unter den Sternen 9ter, oder 9ter bis 10ter Größe zu ſuchen iſt. Sehr möglich, daß er als ſolcher von den Bearbeitern der Berliner Sterncharten nach Stunden, ſchon geſehn und erkannt, als Fixſtern eingetragen iſt. In dieſem Fall wird er bald erkannt werden. Möglich aber auch, daß er jenſeits der Grenzen der jetzigen Chartenarbeit, die ſich nur vom 15. nördlichen bis zum 15. ſüdlichen Grade der Abweichung erſtreckt, weilt. In dieſem zweiten Fall wird ſeine Entdeckung erſt möglich, wenn er durch ſeine Bewegung in die Zone der Sterncharten eingetreten ſeyn wird, es ſey denn, daß die Sterncharten in gleicher Sorgfalt, wie ſehr zu wünſchen, bis über die Grenzen des Zodiacus ausgedehnt werden.“

Man kann das hier vom Petersburger Aſtronomen über den neuen Planeten Vorgetragene zugleich als eine Emendation des über den Störungseinfluß dieſes Weltkörpers auf das Nachbargeſtirn *Uranus*, zu Schluſſe unſeres Artikels *Perturbationen*, mit Verweiſung wegen des Weiteren hierher, Angeführte betrachten. Dabei iſt aber, bevorwortetermaßen, zunächſt zu bemerken, daß die obige Maſſenangabe von $^1/_{9300}$ der Sonnenmaſſe nur eine durchſchnittliche iſt, indem *Leverrier* ſelbſt (vergl. die ſchon l. c. citirte Nr. 582 der „Aſtronomiſchen Nachrichten) dieſe Maſſe, mit Rückſicht auf noch andere Vorausſetzungen zur Erklärung des Vorganges, vielmehr nur zwiſchen die weiten Grenzen von $^1/_{14500}$ und $^1/_{4700}$ (der Sonnenmaſſe) einſchließt (wovon jene $^1/_{9300}$*, wie man ſieht, *etwann* das Mittel abgeben). Indeß reicht dieſe Beſtimmung zur Beſtätigung unſerer vorauf ausgeſprochenen Vermuthung über das Dichtigkeitsverhältniß des Neptun hin.

Ferner wiederhole ich hier aus dem eben citirten Artikel *Perturbationen* die Bemerkung, daß der eigentliche *Entdeckungstag* des „*Neptun*“ der 23. September des laufenden Jahres (1846) iſt, an welchem ihn Obſervator *Galle* zu Berlin im 26ten Grade des Zeichens des Waſſermanns wirklich *auffand*, nachdem Leverrier's (des *theoretiſchen* Entdeckers) *Rechnung* (mit nur 1° Irrthum) den 25ten Grad dafür beſtimmt hatte.

Endlich aber kommt mir in dieſem Augenblicke eine Notiz des Münchener Aſtronomen *Gruithuiſen* über die, von ihm beobachtete auffallende *Lichtſtärke* dieſes neuen Planeten zu, woraus auf eine demſelben zuſtehende „*eigene Lichtentwicklung*“ zu ſchließen ſey. Ich habe, in der Anmerkung, an Aehnliches ſchon für *Jupiter* erinnert; es wird aber, auf Grund dieſer Beobachtung, noch wahrſcheinlicher, daß ein derartiges eigenes Lichtentwicklungs-Vermögen wirklich den *ſämmtlichen* Planeten der *zweiten* Gruppe beiwohne, und einen unterſcheidenden Charakter derſelben mehr abgebe, wodurch ſich der in der voraufgehenden Anmerkung angedeutete Zweifel, ob „*Neptun*“ in der That zu dieſer zweiten Gruppe, oder, mit den, noch hinter ihm, weiter zu entdeckenden, bereits zu einer *dritten* gehöre, ziemlich beſeitiget finden würde.

Mit dieſen Mittheilungen über eine alſo durch die Entdeckung des *Neptun* bewirkte, ſo unerwartete Ausdehnung unſeres Planetenſyſtems, welche gewiß von keinem Leſer ohne das lebhafteſte Intereſſe aufgenommen worden ſind, kann ich, da, wie geſagt, über *jeden* der *übrigen* „Planeten“ ein eigener Artikel mit Hinzufügung der betreffenden, etwannigen *hiſtoriſchen* Bemerkungen

* Indeß wird dieſelbe wohl die nahe richtige ſeyn, indem ſie in Verbindung mit den übrigen, von Leverrier angenommenen, vorläufigen Elementen, nämlich: *Halbe große Axe der Bahn* = 36 Sonnenweiten (etwann 720 Millionen Meilen); *Umlaufszeit* = 217 Jahre; *Excentricität* (jene halbe große Axe = 1) = 0,107; *Länge des Perihels* = 284°; *Epoche* für 1ſten Januar 47 = 318° (von der wahrſcheinlich geringen *Neigung* und der *Lage der Knotenlinie* iſt noch keine Rede), — ein (vergl. das gleich Folgende) ſo genaues Reſultat für den danach beſtimmten Ort dieſes neuen Planeten gegeben hat.

handelt, die allgemeinen literariſchen Notizen aber ſchon im Laufe des gegenwärtigen Vortrages beigebracht ſind, dieſe Collectiv-Betrachtung der Haupt-Planeten* unſeres Syſtems demnach beſchließen, und komme ſomit nunmehr zu den, bevorwortetermaßen, als eine beſondere Kategorie bezeichneten:

Planetoiden, Aſteroiden (Planetchen, Geſtirnchen); Planetoides; *Planètoides,* Astéroïdes, mit welchem gemeinſchaftlichen Namen man diejenigen (jetzt) fünf kleinen** Geſtirne („Planetchen") belegt, deren Bahnen ſich ſämmtlich dergeſtalt in der großen Aetherkluft zwiſchen Mars und Jupiter befinden, daß ſie die Marsbahn einſchließen, von der Jupitersbahn aber umſchloſſen werden. Dieſe 5 Syſtemskörper in der Ordnung ihrer (wenn auch wenig differirenden) Abſtände von der Sonne, mit gleichzeitiger Bemerkung dieſer Abſtände, welche ich daher, leichterer Unterſcheidung wegen, gleich beifüge, und der entſprechenden Umlaufszeiten, ſind nun:

Namen:	Abſtand von der Sonne: ***	Umlaufszeit:
Veſta . .	2,36 Halbmeſſer der Erdbahn . .	1327 Tage.
Aſträa .	2,59 — — — . .	1523 — ****
Juno . .	2,67 — — — . .	1593 —
Ceres . .	2,767 — — — . .	1681 —
Pallas .	2,768 — — — . .	1682 —

Ueber vier davon: Ceres, Juno, Pallas, Veſta, als früher entdeckte, handeln wieder bereits eigene Artikel unſeres Werkes; von der Aſträa, als dem fünften dieſer Geſtirne, aber, und welche (vergl. den vorangehenden Artikel) erſt indeß aufgefunden worden iſt, werde ich das nöthige Specielle, bevorwortetermaßen, zu Schluſſe des gegenwärtigen Vortrages beibringen. Zunächſt habe ich es nur mit einer allgemeinen Betrachtung und Charakteriſirung dieſer eigenthümlichen Weltkörper zu thun.

Die Geſchichte ihrer Entdeckung erſtlich anlangend, ſo iſt dieſelbe ſchon im Artikel Ceres (wohin ich ausdrücklich verweiſe) weitläuftiger vorgetragen. Die Entfernungen der Planeten von der Sonne wachſen, um das Eigentliche daraus hier jedoch nochmals zu reſumiren, nach einer gewiſſen Progreſſion; in dieſer Progreſſion fehlte aber ein, dem Gliede zwiſchen Mars und Jupiter entſprechender Planet, daher die Aufmerkſamkeit der Aſtronomen auf dieſe Himmelsregion, in welcher ſie alſo den fehlenden Planeten vermuthen mußten, gerichtet blieb. Die Lücke iſt nachher auch wirklich, aber nicht durch Entdeckung Eines, ſondern, zur großen Ueberraſchung der Aſtronomen, jetzt † bereits durch die in Rede ſtehenden fünf „Planetoiden" ausgefüllt wor-

* Nach ſtreng alphabetiſcher Folge ſollte hier erſt noch Planet, mittlerer, und Planetenſyſtem kommen; ſie folgen gleich, und ich habe die Gründe der gegenwärtigen Anordnung vorn angegeben.

** Ich verweiſe wegen des Speciellen über das in der That ſehr unbedeutende Volumen dieſer „Planetchen" deſto mehr auf die von ihnen handelnden Einzel-Artikel, als ſich die Angaben darüber, wie man dort im Detail finden wird, zu mehrfach widerſprechen, um ſie hier alle wiederholen zu können.

*** D. h. mittlerer = halbe große Axe der Bahnellipſe dieſer Geſtirne; ich komme unten mit Aushebung der Juno hierauf zurück.

**** Dieſe Angaben, welche ich dem Entdecker der Aſträa (vergl. unten) ſelbſt verdanke, und welche ſich auf eine ſpätere Berechnung gründen, weichen (vgl. unten) nur ſehr wenig von den Reſultaten ab, die der Berliner Aſtronom Galle in Nro. 553 der „Aſtronomiſchen Nachrichten" aus nur drei der erſten Beobachtungen dieſes Planetoiden ableitet.

† Ceres ward (man vergl. die Einzel-Artikel) entdeckt durch Piazzi am 1. Januar 1801; Pallas durch Olbers den 28. März 1802; Juno durch Harding den 1. Septbr. 1804; Veſta wieder durch Olbers den 29. März 1807; und Aſträa endlich (ſ. unten) durch Hencke den 8. Decbr. 1845. „Jetzt" ſage ich aber im Texte, weil höchſt wahr-

den; und ſchon dieſer Umſtand der Erfüllung der Himmelsſtelle (der Entſprechung des Progreſſionsgliedes), ſtatt durch den normalen Einen, vielmehr durch ſo viel mehrere Geſtirne, erſcheint auffallend. Bei näherer Betrachtung zeigen ſich, wie ich ſodann auch erſt noch bemerken muß, die alſo an Größe ziemlich gleichen Bahnen jener fünf Geſtirne äußerſt kunſtreich verſchlungen, dergeſtalt daß, jener ihrer gegenſeitigen Lage ohnerachtet, doch einem Zuſammenſtoße der darin umlaufenden fünf Weltkörper durch die getroffne Anordnung, mit großer Umſicht vorgebeugt iſt, indem z. B. Pallas und Juno ihre Knoten in Längenpuncten haben, in welchen dagegen Ceres ihre größte Breite erreicht, wonach dieſe Planetoiden alſo, ſelbſt bei ganz gleichzeitigem Ankommen in denſelben (Längen-) Puncten, doch nicht zuſammen treffen, ſondern über einander weggehen würden.

Ferner gibt die, im Verhältniſſe zu den Planeten (etwann Mercur — ſ. d. A. S. 94. — ausgenommen), ſehr große Excentricität dieſer ſämmtlichen elliptiſchen Planetoiden-Bahnen, welche ſchon in den betreffenden Einzel-Vorträgen hervorgehoben iſt, und wodurch man gleich an Kometenbahnen (vergl. d. A. und unten) erinnert wird, einen merkwürdigen Unterſcheidungscharakter mehr ab: bei Juno (ſ. auch dieſen Art. S. 823.) z. B. beträgt die Excentricität noch über den vierten Theil der halben großen Axe, wodurch nicht nur die, rückſichtlich der Gleichmäßigkeit, von dieſem Elemente abhängige elliptiſche Bewegung höchſt unregelmäßig wird, ſondern auch die Entfernungen von der Sonne und von der Erde ſehr verſchieden ausfallen *.

Alle dieſe mathematiſchen Verſchiedenheiten * berechtigen demnach bereits zu dem Schluſſe, daß die „Planetoiden" auch unter dem phyſiſchen Geſichtspuncte von den Planeten verſchieden ſeyn mögen. Nun haben wir aber außerdem ſchon im betreffenden Artikel geſehen, daß die letzteren in zwei, unter ſich ebenfalls höchſt verſchiedene Kategorien („Gruppen") zerfallen, deren erſtere mit dem Mars ſchließt, indeß die zweite mit dem Jupiter anhebt; und wir finden nun hier, daß die Aetherkluft eben zwiſchen dieſen, alſo die Gruppengrenzen abgebenden, beiden Planeten durch die „Planetoiden" erfüllt iſt, welches ſomit jene Vermuthung beſtätiget, und die früher aufgeſtellte Anſicht, „daß die Planetoiden nur als Uebergangsglieder von der erſten zur zweiten Gruppe betrachtet werden müſſen," rechtfertiget. Die unmittelbaren Beobachtungen charakteriſtiſcher Unterſchiede rückſichtlich dieſer phyſiſchen Beſchaffenheit der Planetoiden, ſowohl von der erſten als auch von der zweiten Gruppe ſprechen noch beſtimmter dafür: das Teleſkop hat uns von dem Daſeyn gewaltiger Atmoſphären dieſer Geſtirne, mit denen die planetariſchen Atmoſphä-

ſcheinlich in dieſer Region noch mehrere Planetoiden aufgefunden werden werden

* Wir haben oben die mittlere Entfernung, d. h. alſo die halbe große Axe der Junobahn, = 2,67 Sonnenweiten (zu 20000000 Meilen) = etwann 55000000 Meilen gefunden, wonach die Excentricität $\left(\frac{55000000}{4} = \right)$ nahe 14000000, die kleinſte Entfernung von der Sonne (55 — 14 =) 41, und die größte (55 + 14 =) 69000000 Meilen beträgt. In jener kleinſten Entfernung der Juno von der Sonne kommt ihr die Erde in der Oppoſition noch um 20000000 Meilen näher, ſo daß die gegenſeitige Entfernung dann nur (41 — 20 =) etwann 21000000 Meilen iſt, wogegen dieſelbe beim obigen größten Abſtande von der Sonne auf (69 + 20 =) 89000000 Meilen ſteigt.

* Man kann dahin auch noch die, im Verhältniſſe zu den Planeten wiederum äußerſt bedeutende Neigung der Bahnen der „Planetoiden" rechnen, welche z. B. bei Pallas (ſ. d. beſond. A.) auf 34° ſteigt, ſo daß die ſonſtige Grenze der Zone des Thierkreiſes (Zodiacus; vergl. Thierkreis) bedeutend überſchritten wird. Herſchel (der Sohn) nennt die Planetoiden in ſeiner „Aſtronomie." (Franz. Ueberſ. Brüſſel. 1837. 8.) daher auch „ultra-zodiacales."

ren gar keine Vergleichung aushalten, überzeugt; die Planetoiden zeigen ſich, eine Erſcheinung, die auch an keinem Planeten bemerkt wird, oft in einem dichten Nebel eingehüllt, während ſie zu andern Zeiten im reinſten Lichte ſtrahlen, und ſcharf begrenzt ſind; die Farbe dieſes Lichtes iſt ferner auffallend veränderlich, bald bläulich, bald röthlich, bald ganz weiß u. ſ. w.*; — und dieſe Vereinigung von Umſtänden ſcheint demnach meine obige Annahme wegen des Verhältniſſes der Planetoiden zu den beiderſeitigen Planetengruppen über allen Zweifel zu erheben.

Eine andere Hypotheſe, welcher ich früher auch angehangen habe, betrachtet die Planetoiden freilich unter dem ganz andern Geſichtspuncte „erſt im Werden begriffner Weltkörper,“ wozu die vorn, mit Verweiſung hierher, hervorgehobene Aehnlichkeit ihrer Bahnen mit den Bahnen der Kometen, von welchen Geſtirnen man Dieß wohl auch angenommen hat, allerdings einige Veranlaſſung gibt; — und noch weiter geht der vielfach erwähnte, ehrwürdige, jetzt verewigte Bremer Aſtronom Olbers, indem Er dieſe kleinen Körperchen als „Bruchſtücke eines geborſtenen größeren Planeten“ anſieht. Allein die oben von mir ausgezeichnete kunſtreiche Verſchlingung ihrer Bahnen, woraus vielmehr die Abſicht der Vorſehung (des — vergl. B. I. S. 1018 — „Himmels-Architekten“) einer Zerſtörung vorzubeugen hervorleuchtet, weiſt die Vorausſetzung der Entſtehung der Planetoiden durch eine Zerſtörung zurück; und ihr gleich Eingangs nachgewieſener beſtimmter Rang in der planetariſchen Progreſſion gewährt im Gegentheile die Ueberzeugung eines gemeinzeitigen Urſprunges mit dem übrigen Syſteme, wiewohl die Nachweiſung ihrer Exiſtenz nur erſt mit den vervollkommneten Werkzeugen der heutigen Aſtronomie hat gelingen wollen.

Dieß mag, vom Standpuncte collectiver Betrachtung aus, über die Planetoiden hinreichen; jetzt habe ich, wie geſagt, nur noch ſpeciell von der erſt indeß entdeckten

Aſträa,

als dem alſo fünften dieſer Geſtirne, zu handeln, in welchem Bezuge ich auch gleich vorn auf den Schluß des gegenwärtigen Artikels verwieſen habe.

Dieſer neue Syſtemskörper (Planetoide) iſt aber, angeführtermaßen, am Abend des 8ten Decbr. 1845, von dem, zu Drieſen in der Neumark, der beobachtenden Aſtronomie lebenden, penſionirten Preußiſchen Poſtbeamten Hencke, im Sternbilde des Stiers aufgefunden worden.

Die Entdeckung wurde vom glücklichen Entdecker ſofort unſerm Berliner Aſtronomen Encke* angezeigt, welcher das Geſtirn mit dem Obſervator an der Berliner Sternwarte, dem ſchon oben erwähnten Dr. Galle, in ſeinem Laufe verfolgte, ſo daß ſich Galle bald im Stande fand, auf vollſtändige drei** Beobachtungen (vom 14ten und 31ten December 45 und 15ten Januar 46) die auch ſchon oben erwähnte Berechnung der Elemente dieſes neuen Planetoiden zu begründen, welche Elemente ich hier, mit Weglaſſung kleinerer Theile, wovon die Urſache in der voraufgehenden Anmerkung angedeutet iſt, folgen laſſe:

* Schröter's (des uns bekannten Lilienthaler Aſtronomen) „Beobachtungen der neu entdeckten Planeten“ (Planetoiden). Göttingen. 1805. 8. passim.

* Dieſe Aehnlichkeit der Namen des Drieſener Entdeckers Hencke und des großen Berliner Aſtronomen Encke hat in franzöſiſchen Blättern zu Verwechslungen Anlaß gegeben.

** Anweiſung zu einer ſolchen „Determinatio orbitae e *tribus* observationibus *completis*“ in unſeres Gauß viel citirter „Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientium.“ Hamburg. 1809. gr. 4. S. 131 flgd. Selbſt kann ich mich hier auf das ganze Detail, Plangemäß, nicht einlaſſen; ich bemerke nur, daß unter „completis“ der Inbegriff von gerader Aufſteigung und Abweichung verſtanden wird.

1846. Januar 0.* Mittlere Berliner Zeit
(d. h. alſo 1845. Decbr. 31. 0^h ſolcher mittl. Berl. Zeit).

Mittlere Anomalie	319 Grad.
Länge des Perihels (in der Bahn)	135 —
Mittlere Länge (eben ſo)	94 —
Länge des aufſteigenden Knotens (eben ſo)	141 —**
Neigung	5 —
Halbe große Axe . 2,59 Halbmeſſer der Erdbahn (= 1).	
Excentricität . . 0,19 der halben großen Axe der Bahn der Aſträa (= 1).	
Umlaufszeit . . . 4 Jahr (zu 365¼ T.) 62 Tage (= 1523 T.).	

Angaben über den ſcheinbaren Durchmeſſer dieſes wahrſcheinlich außerordentlich kleinen Himmelskörpers finde ich noch nicht, ſo wenig als Andeutungen über ſeine phyſiſche Beſchaffenheit, in welcher er nach aller Analogie wohl den andern Planetoiden gleichen wird. Ich darf daher nur noch bemerken, daß demſelben ſein Name „Aſträa" auf den Wunſch des Entdeckers beigelegt worden iſt, welcher auch ſein Zeichen: einen umgekehrten Anker (⚓), für ihn beſtimmt, und eine ſchöne Charte der Region des Stier-Sternbildes, in welchem er, angegebenermaßen, aufgefunden worden, herausgegeben hat; — und da ich ſolchergeſtalt Weiteres über dieſen neueſten „Planetoiden" nicht hinzuzufügen habe, die gewöhnlichen hiſtoriſchen und literariſchen Notizen über die Geſammtheit dieſer Geſtirnklaſſe aber ſchon im Laufe des Vortrages beigebracht ſind, ſo beſchließe ich alſo den Artikel damit.

* Der Aſtronom rechnet (ſ. Zeit, oder auch ſchon Gleichung der Zeit, S. 653), wie ich ſchon öfter bevorwortet habe, nicht wie der Kalender von Mitternacht, ſondern von Mittag ab; ſein 1ſter Januar z. B. fängt erſt im Augenblicke des (mittleren) Mittages dieſes Kalendertages an (wenn nach gewöhnlicher Rechnung ſchon 12 Stunden deſſelben verſtrichen ſind): Er ſchreibt dann 0^h und zählt bis zum folgenden Mittage (nach dem Kalender ſchon dem Mittage des 2ten Januars) in einem fort bis 24^h, womit der aſtronomiſche 1ſte Januar allererſt ſchließt. Eben ſo läuft der aſtronomiſche 31ſte Decbr. vom Mittage dieſes Tages bis zum Mittage des 1ſten Januar; der Aſtronom nennt den ſo beſtimmten Tag aber aus Gründen, welche im Art. Epakten, S. 326, und Epoche, S. 337, erklärt ſind, Januar 0, dem zu Folge, wie ich oben ſage, Januar 0 ſo viel als 31ſt. Decbr. 0^h iſt. — Dieß zur Erklärung des obigen aſtronomiſchen „terminus technicus," welcher ſonſt Bedenken erregen könnte.

** Ich wähle dieſe Anordnung, um Gelegenheit zur Wiederholung einer ſchon öfter gemachten Bemerkung zu finden. Was heißt nämlich „Länge in der Bahn" im Gegenſatze von Länge in der Ekliptik? welcher Punct vertritt in der erſteren den Frühlingspunct (vgl. d. A.), von welchem an in der letzteren gezählt wird? — Man nimmt in der (kreisförmig gedachten) Bahn rückwärts vom aufſteigenden Knoten einen, des letzteren Abſtande vom Frühlingspuncte (in der Ekliptik) gleichen Bogen, und zählt von dieſes Bogens anderem Endpuncte an in der Bahn. Dieſergeſtalt findet man, vom ſo beſtimmten Bahnpuncte an rechnend, oben die mittlere Länge in der Bahn = 94°, indem der Bahnbogen der mittlern Anomalie = . . . 319°
und die Länge des Perihels
in der Bahn . . . . . . 135°
beträgt, weil 360° von der Summe der . . . . 454°
abgezogen, jene 94 laſſen; der Planet ſteht vom Perihel 319°, letzteres vom Anfangs-Zählpuncte 135°, und der Planet demnach von dieſem 319 + 135 − 360 = 94° ab. — Für Aſtronomen würde dieſe Auseinanderſetzung ſehr überflüſſig ſeyn; aber viele ſolche Leſer, wie ſie ſich mein Werk denkt, werden die darauf verwendete Mühe mit Dank anerkennen.

Planetenmaſchine, ſ. Planetarium.

Planet, mittlerer, ſ. Mittlerer Planet.

Planetenſyſtem, ſ. Weltſyſtem, wo die früheren ſowohl als die jetzigen Anſichten von der Ordnung und Verbindung, in der die verſchiedenen Geſtirne unſeres (Sonnen-) Syſtemes unter einander ſtehen, welche Darſtellung eben den Gegenſtand des ſo benannten Artikels ausmacht, erklärt werden.

Planetentafeln; Tabulae motus planetarum; *Tables du mouvement des planètes.* Tafeln, welche dazu dienen, den jederzeitigen Himmelsort eines Planeten zu ermitteln.*

Wir wiſſen, daß die ſämmtlichen (Haupt-) Planeten unſeres Syſtems in elliptiſchen Bahnen (vergl. d. A.) um die Sonne laufen, und daß der allaugenblickliche Ort eines Planeten zunächſt mit Beziehung auf dieſe ſeine Bahn (der Bahnort) von gewiſſen Bahn-Beſtimmungsſtücken abhängt, welche deßhalb den Namen der Elemente (ſ. auch dieſen Art.) führen. Aus dieſen Elementen läßt ſich alſo, erſtens, der Ort des Planeten in der Bahn, d. h. wie ihn ein Beobachter auf der Sonne, um welche der Planetenlauf, angegebenermaßen, erfolgt, in dieſer Bahn fände, für jeden Augenblick angeben. Im Artikel Heliocentriſch ſind ſodann aber zweitens die Methoden zur Reduction eines ſolchen Planeten-Bahnortes auf den entſprechenden „ſonnenſichtigen" Planetenort in der Ekliptik gelehrt; und der Artikel Geocentriſch endlich zeigt drittens, wie aus dem heliocentriſchen Planetenorte in der Ekliptik der „erdſichtige" Ort (als letzter Zweck des irdiſchen Beobachters) nach Länge und Breite in der letzteren (oder auch gleich nach gerader Aufſteigung und Abweichung) abzuleiten ſteht. Zur Erleichterung aller dieſer Berechnungen hat man nun mehrfache Tafeln; namentlich und beſonders eine Tafel der erwähnten Elemente, eine fernere Tafel der darauf begründeten mittleren Planetenbewegung für die einzelnen Monate, Tage, d. h. des entſprechenden mittleren* Bahnortes, woraus der wahre folgt, ſammt der täglichen Größe der (vergl. unten) Radien vectoren u. ſ. w.; und alle dieſe Tafeln führen eben den obigen gemeinſchaftlichen Namen der „Planetentafeln." Ich kann davon jedoch hier nur die „Elemententafel" beibringen,** und muß mich auf deren allgemeinſte Anwendung beſchränken, wegen des Details der ferneren Operationen aber auf die citirten Artikel Heliocentriſch und Geocentriſch verweiſen.

* Ich bevorworte gleich, im Collectiv-Artikel (Tafeln) Tabellen, wo ich den Gegenſtand erſt in ſeiner weiteren Ausdehnung, auch auf Hülfstafeln behandeln kann, ausführlicher darüber zu ſeyn.

* Vergl. d. beſondern Artikel Mittlerer Planet.

** Ich darf mich um ſo mehr auf dieſelbe beſchränken, als ſie, wie wir uns nach ihrer Erörterung überzeugen werden, die Stammtafel abgibt, zu welcher ſich die übrigen Planeten-Tafeln nur wie weitere Ausführungen und rechnende Erleichterungsmittel verhalten: unmittelbar gewährt ſie eigentlich Alles. — Die Leſer müſſen dieſen Geſichtspunct für ſie bei den nachſtehenden Entwicklungen feſthalten.

Hier folgt alſo dieſe

„Elementen-Tafel,“

und zwar:

für den mittleren Pariſer Mittag des 1ſten Januar 1810.

	Halbe große Axe.	Verhältniß der Excentricität e.	Epoche 1810.	Tägliche tropiſche Bewegung.	Länge des Periheliums 1810.	Säcul. Aenderung tropiſch.	Länge des aufſteig. Knotens 1810.	Säcul. Aender. des Knotens tropiſch.	Neigung.
Mercur	0,38710	0,2056	293° 32′,32	4°,09238	74° 30′,23	1°,55	46° 4′,02	1°,18	7° 0′,00
Venus	0,72333	0,0064	236° 16′,25	1°,60217	128° 44′,30	1°,82	74° 57′,30	0°,88	3° 23′,47
Erde	1,00000	0,0168	99° 29′,03	0°,98568	99° 39′,37	1°,72	— —	—	— —
Mars	1,52369	0,0932	346° 28′,58	0°,52407	332° 33′,82	1°,83	48° 3′,80	0°,75	1° 51,′08
Veſta	2,3632	0,1838	103° 44′,90	0°,27120	250° 19′,0	1°,39	103° 10′,20	1°,39	7° 7′,78
Juno	2,6704	0,2544	95° 21′,20	0°,22591	53° 16′,0	1°,39	171° 9′,83	1°,39	13° 4′,45
Ceres	2,7672	0,0785	61° 12′,53	0°,21414	146° 44′,0	1°,39	80° 56′,92	1°,39	10° 37′,50
Pallas	2,7683	0,2440	49° 9′,38	0°,21400	121° 22′,0	1°,39	172° 33′,90	1°,39	34° 37′,47
Jupiter	5,20116	0,0482	25° 24′,03	0°,08313	11° 17′,80	1°,58	98° 30′,07	0°,96	1° 18′,85
Saturn	9,53781	0,0562	244° 37′,53	0°,03350	89° 15′,18	1°,93	112° 0′,92	0°,77	2° 29′,63
Uranus	19,18318	0,0467	216° 27′,98	0°,01177	167° 29′,62	1°,46	73° 53′,58	0°,39	0° 46′,43

Dieſe Tafel gibt zugleich die Aenderung der Länge des Knotens und des Periheliums für 100 Jahre, von der Epoche 1810 gerechnet. Zwar iſt auch die Neigung und die Größe e ähnlichen Veränderungen unterworfen, ſie ſind aber ſo klein, daß ſie hier ganz übergangen werden können. — Von dem neuen Planeten Neptun und dem neuen Planetoiden Aſträa (vergl. die voraufgehenden Artikel Planeten und Planetoiden) kann in dieſer Tafel natürlich noch keine Rede ſeyn.

Dieſe Tafel iſt hinreichend, den heliocentriſchen Ort der Planeten für jede gegebene Zeit zu finden. Suchen wir z. B. den heliocentriſchen Ort Saturns für den 12. November 1835. Die Tafel gibt die Epoche für den Anfang des Jahres 1810 gleich 244°,6355. Das Intervall zwiſchen dieſen beiden Zeiten beträgt 25 Jahre (zu 365 Tagen) und 316 Tage, wozu noch die 6 Schalttage gezählt werden müſſen, alſo 25 gemeine Jahre und 322 Tage.

Nach derſelben Tafel iſt die mittlere tägliche tropiſche Bewegung Saturns 0°,03350, die daher in einem gemeinen Jahre 12°,2372, und in 25 ſolchen Jahren 305°,6875, und endlich in 322 Tagen 10°,7870 beträgt. Wir haben daher

1810 . .	244°,6355
25 Jahre .	305°,6875
322 Tage .	10°,7870
	561°,1000 od. 201°,1000

oder die mittlere Länge Saturns zunächſt in der Bahn iſt für die geſuchte Zeit gleich 201° 6′,0. Eben ſo iſt die Länge des aufſteigenden Knotens für 1810 gleich 112° 0′,92, und die Veränderung in 25 Jahren 11′,4, alſo für die geſuchte Zeit = 112° 12′, und die Neigung = 2° 29′,6. Endlich iſt die halbe große Axe der Bahn 9,53781. Man hat nun zuerſt die Länge des Periheliums von jener mittleren Länge des Planeten in der Bahn zu ſubtrahiren, wodurch die mittlere Anomalie m erhalten wird. Es iſt aber die Länge des Perihels für 1810 gleich 89° 15′,18, und die Aenderung deſſelben für 25 Jahre 28,′92, alſo die Länge des Perihels für die geſuchte Zeit 89° 44′,10, und daher die mittlere Anomalie = 111° 21′,9. Sucht man damit und mit der Größe der Tafel e = 0,0562 die wahre Anomalie v, ſo findet man 2 e sin m,* auf Bogen gebracht, = 5° 49′, ſo daß daher die wahre Anomalie des Planeten v = m + 5° 49′ = (111° 21′,9 + 5° 49′ =) . . . . 117° 11′
kommt; — und addirt man zu dieſer wahren Anomalie ferner wieder die obige Länge des Periheliums . . . . 89° 44,
wodurch man die wahre Länge in der Bahn = ... 206° 55′
erhält, und zieht man jetzt davon die obige Länge des aufſteigenden Knotens 112° 12′
ab, ſo findet ſich, mit Bezug auf die Neigung, endlich das Argument der Breite *. 94° 43′
welches ſodann die Grundlage zu der eben in den erwähnten Artikeln Heliocentriſch und Geocentriſch gelehrten Darſtellung dieſes letzteren Planetenortes abgibt; — ſo daß alſo, wie ich eben darthun wollte, eigentlich die einzige Elemententafel zur Behandlung der ganzen Aufgabe hinreicht.

Mit der Beziehung auf jene beiden Artikel und auf die ſchon oben verſprochene weitere Ausführung im Vortrage über Tabellen („Tafeln") überhaupt, beende ich denn aber auch die gegenwärtigen Auseinanderſetzungen über „Planetentafeln," indem ich Leſer, welche ein Mehreres, namentlich analytiſch-Erſchöpfenderes, welches ich Plan-gemäß abweiſen muß, verlangen, ſchließlich auf Littrow's (des verewigten Wiener Aſtronomen) „Vorleſungen über Aſtron." (mit Erläuterungen von ſeinem gleich verdienſtvollen Sohne). Wien. 1830 flgd. 3 Thle. gr. 8. — verweiſe, wo mir namentlich

* Siehe Gleichung der Bahn S. 637, wo die Relation zwiſchen wahrer (v) und mittlerer Anomalie (m) v = m + 2 e sin m nachgewieſen wird; das Zeichen + für das zweite Glied muß hier angewendet werden, indem (vergl. oben und die citirte Stelle) vom „Periheliun" an gerechnet iſt.

* Freilich würde dazu auch der Radius vector (vergl. d. A.) erforderlich ſeyn, welchen ich aber, um hier die Ueberſicht nicht zu erſchweren, aus einer deßwegen ſchon oben beſonders hervorgehobenen eigenen Tafel als bekannt vorausſetze. Sonſt iſt derſelbe (r), wohl zu merken, auch aus ſeiner Relation zur halben großen Axe (a) und mittleren Anomalie (wir haben ſie m genannt), nämlich r = a − ae . cos m, unmittelbar abzuleiten, ſo daß, der obigen Bevorwortung gemäß, auch dafür die bloße „Elemententafel" hinreicht.

der Abſchnitt S. 253 flgd. des II. Theiles über den in Rede ſtehenden Gegenſtand der „Aſtronomiſchen Tafeln“ ganz beſonders glücklich behandelt zu ſeyn ſcheint.

Planiſphär; Planisphaerium, Planiglobium; *Planiglobe.* Die Verzeichnung einer Halbkugel mit den darauf befindlichen Gegenſtänden auf einer ebenen Fläche. So werden namentlich Halbkugeln des Himmels und der Erde auf ebene Flächen verzeichnet (Planisphaerium coeleste et terrestre; *Planiglobe céleste et terrestre*); meine Leſer finden gewöhnlich auf den erſten Blättern Ihres Atlaſſes die „öſtliche und weſtliche“ (Erd-) Halbkugel in dieſer Art dargeſtellt. Die Verzeichnung kann entweder nach orthographiſcher oder ſtereographiſcher Projection erfolgen, worüber ich im Art. Landcharte S. 36 flgd., auf welchen Artikel ich verweiſen muß, alles erforderliche Detail beigebracht habe; ich erinnere aus dieſem Artikel, des Folgenden wegen, nur noch daran, daß eine ſolche Darſtellung der einen oder der andern Erd- oder Himmels-Halbkugel ein Polar-„Planiſphär“ heißt, wenn der Kreis des Aequators den Grenzkreis der Charte, der betreffende Pol aber den Mittelpunct abgibt, demgemäß die (Abweichungskreiſe oder) Meridiane (die Quadranten derſelben) gerade, im Pole zuſammenlaufende und dort dieſelben Winkel mit einander, wie jene ſelbſt, einſchließende Linien, die Parallelen des Aequators aber concentriſche Kreiſe von ihm werden. Mit einer ſo eingerichteten, des bequemeren Gebrauchs wegen gewöhnlich auf Pappe gezogenen Verzeichnung (einem „Planiſphär“), z. B. unſerer Nord-Himmels-Halbkugel, laſſen ſich nämlich manche aſtronomiſche Forderungen eben ſo gut als mittelſt des Globus erfüllen. Iſt, um Einen Fall auszuheben, der Aequator eines dergleichen „Planiſphärs“ vom Frühlingspuncte (o) ab, und von der Rechten zur Linken in ſeine 360° getheilt, und wird dann die gerade Aufſteigung eines Firſterns verlangt, ſo gibt ein vom Pole durch den Stern an den Aequator gelegtes Lineal dieſelbe dort an, gleichwie das Abſtandsmaß des Parallelkreiſes dieſes Sterns vom Aequator die Abweichung beſtimmt. — Mehrere Beiſpiele in Bode's (des verewigten Berliner Hof-Aſtronomen) „Erläuterung der Sternkunde.“ 3. Aufl. Berlin. 1808. 2 B. gr. 8. I. 103 flgd. Auch hat, wie ich neben dieſer literariſchen zugleich noch als hiſtoriſche Notiz anführe, ſchon der uns bekannte alte Alexandriniſche Aſtronom Claudius Ptolemäus über dieſen Gegenſtand ein auf uns gekommenes Werk: „*Cl. Ptolemai* Planisphaerium cum comentar. *Federici Commandini.*“ Venet. 1558. geſchrieben. Der Artikel Sternkarten führt mich übrigens hierauf auch noch beſonders zurück.

Planſpiegel (von deſſen Eigenſchaft, die ihn treffenden Strahlen unter demſelben Winkel, unter dem ſie auf ihn fallen, zurückzuwerfen, in der Lehre von den aſtronomiſchen Inſtrumenten häufig Gebrauch gemacht wird), ſ. Spiegel.

Platoniſches Jahr, ſ. Vorrücken der Nachtgleichen, wo die Sache allererſt ordentlich erklärt werden kann.

Polariſation des Lichtes; Polarisatio luminis; *Polarisation de la lumière.* Die Eigenheit des Lichtes, gewiſſe Eigenſchaften, die daſſelbe beſitzt, ſo lange es von ſelbſtleuchtenden Körpern: der Sonne, den Firſternen, unmittelbar ausgeht, dagegen einzubüßen, wenn es zuvor auf an und für ſich dunkle Körper (Planeten, Monde) fällt, und von dieſen nur reflectirt wird, alſo bloß mittelbar (ſchon „polariſirt“) zu uns gelangt. Die nähere Angabe dieſer Eigenſchaften, gleichwie der daraus abgeleiteten Gründe der für die Sache gewählten obigen Benennung, gehört in die Phyſik; der Aſtronomie hat dieſer Umſtand aber zur Entſcheidung der Frage gedient, ob gewiſſen Weltkörpern eigenes oder nur erborgtes Licht beiwohne; — und man hat ſich auf dieſe Weiſe überzeugen können, daß das Licht der Firſterne (vergl. d. Art. S. 544), gleich dem der Sonne, ein eigenes (noch „unpolariſirtes“), das Licht der Kometen (ſ. Kometen, S. 952) aber, wie das planetariſche, ein erborgtes (und daher ſchon „polari-

ſirtes“) iſt. — Näheres beſonders in dem vom verewigten Leipziger Aſtronomen Brandes für die mehrfach citirte „neue Ausgabe von Gehler's phyſikal. Wörterbuche“ gearbeiteten, eben ſo gründlichen als ausführlichen Artikel Polariſation.

Polarität; Polaritas; *Polarité*. Dieſer Ausdruck hat in der Naturphiloſophie die allgemeine Bedeutung „getrennter Kräfte“ erlangt, „welche ſich in ihrer Vereinigung neutraliſiren“; und es iſt demgemäß behauptet worden, „daß eine durchgreifende Polarität das ganze Univerſum beherrſche.“ Die Aſtronomie weiß eine ſolche „Polarität“ bei ihren Unterſuchungen in dieſem Umfange noch nicht nachzuweiſen, und begnügt ſich, mit „Polarität“ in der Lehre vom Magnet, ſoweit derſelbe vor ihr Forum gehört, diejenige Eigenſchaft der Magnetnadel (vergl. Compaß, S. 193) zu bezeichnen, in deren Gemäßheit ſie ſich nach den magnetiſchen Polen des Erdkörpers richtet. — In jener weiteren Bedeutung einer, dem ganzen Univerſum beiwohnenden Eigenſchaft findet ſich die Lehre von der „Polarität“ dagegen abgehandelt durch Wilbrand (dem Gießener Naturphiloſophen): „Geſetz des polaren Verhaltens in der Natur.“ Gießen. 1819. 8., eine Notiz, welche manche Leſer hier vielleicht gern antreffen.

Polarkreiſe, Polarcirkel; Circuli polares; *Cercles polaires*. Dieſen Namen führen auf der Erd- und Himmelskugel zwei kleinere Kreiſe, deren ſämmtliche (Umfangs-) Puncte von den Polen dieſer Kugeln um das Maß der Schiefe der Ekliptik (ſ. den Art.), etwann 23½°, abſtehen; ſie heißen, nach Maßgabe der Pole, auf welche ſie ſich beziehen, der nördliche (arcticus; *arctique*; — ἄρκτος: der Bär, nämlich das Sternbild des Bären, wohin der Nordpol fällt) und der ſüdliche (antarcticus; *antarctique*). Da ſie in der angegebenen Art um die Pole gehen, ſo ſind ſie dem Aequator, von welchem ſie demnach 66½° (66½° + den obigen 23½° = 90°) abſtehen, parallel, d. h. ſie gehören am Himmel zu den Tagkreiſen, auf der Erde zu den Parallelkreiſen (vergl. beide Artikel).

Am Himmel ſtehen die Pole der Ekliptik (ſ. d. A.), der „Schiefe der Ekliptik“ zufolge,* auch um deren Maß von den Weltpolen ab, daher hier die beiden Polarkreiſe zugleich die Tagkreiſe abgeben, welche jene „Pole der Ekliptik“ beſchreiben.

Auf der Erdkugel umſchließen die Polarkreiſe die beiden kalten Zonen (Erdſtriche, S. 391) und begrenzen die gemäßigten. Der nördliche Polarkreis geht durch Grönland, Lappland, den nördlichen Theil von Sibirien, Kamtſchatka, Californien, den nördlichen Theil von Amerika, durch das Eismeer und Island. Der ſüdliche fällt in großentheils noch wenig bekannte Gegenden um den Südpol (der Anblick Ihrer, durch die neueſten Entdeckungen bereicherten Charten zeigt meinen Leſern jedoch, daß derſelbe allermeiſtens nur Meer trifft). Man belegt die von den beiden Polarkreiſen umſchloſſenen Länder mit dem gemeinſchaftlichen Namen der Polarländer (terrae polares; *pays polaires*).

Da jedem Puncte dieſer, wie geſagt, von den Rotationspolen um 23½° abſtehenden Polarkreiſen der Erdkugel ein, um eben ſo viel gegen den Aequator geneigter Horizont entſpricht, die Ekliptik aber, angegebenermaßen, dieſe „Schiefe“ hat, ſo gibt ſie alſo den Horizont der Polarkreiſe ab; und indem ſie von den Wendekreiſen begrenzt iſt, muß die Sonne bei Durchlaufung der letzteren den Polarkreiſen Einmal ganz im, und Einmal ganz unter ihrem Horizonte bleiben, d. h. jeder dieſer Kreiſe hat im Jahre (abgeſehen von den Einflüſſen der — ſ. d. A. — Strahlenbrechung) Einen 24ſtündigen Tag und Eine eben ſo lange Nacht: ſein längſter Tag, gleichwie ſeine längſte Nacht dauern volle 24 Stunden.

* Fielen nämlich die Ekliptik und der Aequator zuſammen, ſo würden dieß auch ihre Axen und deren Endpuncte (Pole) thun; da ſie aber einen Winkel (eben die „Schiefe der Ekliptik“) mit einander machen, ſo ſtehen auch ihre Pole um dieſen Winkel von einander ab.

Da die Schiefe der Ekliptik (vgl. wieder d. A.) veränderlich iſt, ſo verändert ſich damit auch die, in der bevorworteten Art von ihr abhängige Stelle und Größe der Polarkreiſe; bei der Geringfügigkeit jener Veränderung (und ihrem bloßen Hin- und Herſchwanken zwiſchen feſten Grenzen) deute ich dieſen Umſtand jedoch nur unter dem theoretiſchen Geſichtspuncte an.

Der Begriff der „Polarkreiſe" iſt übrigens, wie ich aus der für mich ſo wichtigen Rückſicht auf planetariſche Analogien auch noch hinzufüge, keineswegs auf den Planeten Erde eingeſchränkt, ſondern mit ihm vielmehr allen übrigen Planeten gemein, welche, wie unſer Planet, eine „Schiefe der Ekliptik" (eine Neigung der Ebene ihres Aequators gegen die Ebene ihrer Bahn um die Sonne) zeigen; beim Mars z. B. (ſ. d. A. S. 72) beträgt dieſe „Schiefe" faſt 29°, und um eben ſo viel (alſo faſt 6° mehr als bei uns) ſtehen demnach die Mars-„Polarkreiſe" von den reſpectiven Rotationspolen dieſes Planeten ab; jede ſeiner kalten Zonen erſtreckt ſich vom betreffenden Pole, 29 (Meridian-) Grade nach dem (Mars-) Aequator hin. — Ueber die phyſiſchen Folgen davon habe ich mich aber nicht bloß im genannten Artikel, ſondern, vergleichend, auch ſchon in Erdpole, S. 388, erklärt, und verweiſe ſchließlich dahin.

Polarprojection, ſ. den kurz vorangehenden Art. Planiſphär, wo der Begriff, namentlich in Bezug auf die für uns wichtigere Himmels-Halbkugel, nur eben erſt vollſtändig erklärt worden iſt.

Polarſtern, Nordſtern, Leitſtern; **Stella polaris s. navigatoria**;* *Étoile polaire.* Ein Fixſtern zweiter Größe am äußerſten Ende des Schwanzes vom kleinen Bären, welcher unter allen Sternen dem in unſern Ländern ſichtbaren Weltpole: dem Nordpole (vergl. unten, jetzt), am nächſten ſteht, und daher dient, die Stelle dieſes Pols kenntlich zu machen, und die Mitternachtsgegend (ſ. Mitternacht) zu finden. Um ihn kennen zu lernen, ſucht man zuerſt die ſieben Sterne im großen Bären (septemtriones) auf, welche unter dem Namen des (großen) Himmelswagens allgemein bekannt und in unſern Ländern an jedem heitern Abende am mitternächtlichen Himmel ſichtbar ſind. Vier von dieſen Sternen bilden ein längliches Viereck, gehören zum Körper des großen Bären, oder ſtellen die vier Räder des Wagens vor; die übrigen drei ſtehen in einer Krümmung und geben den Schwanz des Bären oder die Deichſel des Wagens ab. Denkt man durch die beiden letzten Sterne dieſes Vierecks, alſo durch die „Hinterräder des Wagens," eine Gerade, und verlängert dieſelbe nach dem, ſeiner ähnlichen Geſtalt wegen der kleine Bär (oder kleine Wagen) geheißnen, nicht weniger allgemein bekannten Sternbilde hin, ſo trifft ſie in dem Schwanze dieſes „kleinen Bären" den obigen äußerſten, zugleich durch ſeine Helligkeit ausgezeichneten Stern; — und dieſer Stern führt nun, ſeiner geringen Entfernung vom (Nord-) Pole halber, wie geſagt, den Namen „Polarſtern."*

Derſelbe beſchreibt alſo, eben dieſes ſeines geringen Abſtandes vom Nord-Weltpole wegen, bei der um die Pole erfolgenden, ſcheinbaren Tagesbewegung einen kaum merklichen Kreis: er ſcheint ſtill zu ſtehen; wenn man ihn aus Einerlei Standorte, z. B. immer aus dem nämlichen Fenſter betrachtet, ſo findet man ihn (überaus nahe) immer an derſelben Stelle des Himmels, und demnach unter ihm im Horizonte (gleich genau) immer den Mitternachtspunct.

Eine ſtrengere Beobachtung, vermittelſt ſcharf getheilter Inſtrumente, zeigt indeß gleichwohl, daß derſelbe nicht die eigentliche, alſo ganz unverrückte Polſtelle einnimmt, ſondern, bevorwor-

* **„navigatoria."** Schon die Phöniciſchen Schiffer nämlich, welchen der Gebrauch des Compaſſes (vergl. d. Art.) noch unbekannt war, bedienten ſich dieſes Sterns zur Beſtimmung der Weltgegenden auf der See, um den Weg ihrer Schiffe danach zu richten.

* Wir werden ihn unter dem Eigennamen Cynoſura (wörtlich Hundeſchwanz) im Verzeichniſſe der durch ſolche Eigennamen ausgezeichneten Fixſterne (ſiehe Sternbilder) wieder finden.

letermaßen, doch noch etwas vom Pole abſteht; ja, dieſer Abſtand iſt, wie ich auch ſchon durch das obige eingeklammerte „jetzt“ angedeutet habe, und wie fortgeſetzte Beobachtungen lehren, wegen des Vorrückens der Nachtgleichen (vergl. d. A.) ſelbſt wieder veränderlich; — und dieſes verwickeltere Verhältniß muß ich, mit anticipirendem Bezuge auf jenen Artikel, meinen Leſern recht klar zu machen ſuchen.

Was bezeichnet nämlich die eigentliche Stelle des (unſeres Nord-) Pols am Himmel? — Verſinnlichen wir uns die im Welten- (Himmels-) Raume frei um ihre Axe rotirende Erdkugel, ſo erſcheint uns bei dieſer Axendrehung natürlich der ganze Himmel, mit Ausnahme eines einzigen Punctes, in Bewegung, und dieſer Punct iſt alſo der betreffende Pol (Weltpol*); wenn wir jene Erdaxe (die ſie abgebende gerade Linie, wie wir ſie uns vorſtellen) in Gedanken hinreichend verlängern, ſo trifft dieſelbe am Himmel immer dieſen, und zwar nur dieſen einzigen, bei der Drehung allein in relativer Ruhe verharrenden Polpunct. Damit demnach die Axe beſtändig denſelben Himmelspunct als Nordpol bezeichnete, müßte ihre Lage im Weltenraume, ihre Richtung, eben ſo beſtändig, eben ſo unveränderlich ſeyn: dieſe Axe müßte durchaus keinerlei Verrückung erleiden.

Dieß iſt aber nicht genau der Fall. Die Leſer mögen, mit Bezug auf den citirten Artikel „Vorrücken der Nachtgleichen,“ an Ihren runden Tiſch treten, deſſen Platte die Ebene der Erdbahn (Ekliptik) vorſtellen ſoll, und auf deſſen Rande die Erde alſo beim Jahreslaufe fortrückt. Dabei iſt jene Rotationsaxe gegen die Platte (Ebene der Ekliptik, vergl. d. A., S. 298 ff.) unter einem Winkel von etwann 66½° geneigt, und macht alſo mit einer auf der Platte Senkrechten** dagegen den (hier unveränderlich angenommenen) Winkel von (90 — 66½ =) 23½°. Bliebe ſie ſich bei jenem Jahreslaufe und der damit verbundenen Rotation vollkommen parallel, ſo würde ſie, wegen der unermeßlichen Entfernung des Himmels mit ſeinen Sternen, immer nach dem nämlichen Puncte, und, wenn derſelbe gerade ein Stern wäre, immer nach dem nämlichen Sterne gerichtet bleiben, ſie würde dann immer den nämlichen Polpunct bezeichnen. Allein ſie drehet ſich vielmehr während eines jeden Umlaufes unter dem angegebenen Winkel weſtwärts (nach der rechten Hand hin), ein wenig um die bezeichnete Senkrechte, als wenn ſie in dieſer Richtung allmälig einen Kreis* um dieſelbe beſchreiben wollte, und trifft alſo andere Himmelspuncte, welche ſomit nun Polpuncte werden, und denen ein anderer Stern, als nunmehriger „Polarſtern,“ näher wie der ſolchergeſtalt von der Axe verlaſſene liegt. — Dieß iſt der, wie geſagt, im Art. Vorrücken der Nachtgleichen noch weiter aufzuklärende Vorgang, welchen man durch die vorgeſchlagene Zuhülfenahme der Tiſchplatte ſehr anſchaulich machen kann; und aus den alſo entwickelten Gründen ſage ich oben von der „Cynoſura,“ ſie ſey (obwohl dieſe Verrückung der Polſtelle [vergl. das gleich Folgende] ſehr langſam vor ſich geht) nur für jetzt der Polarſtern. Zu den Zeiten des Griechiſchen Aſtronomen Eudoxus (von Gnidus), um 350 vor Chriſtus, war demgemäß ſogar der Stern β in der Schulter des kleinen Bären dem Pole näher, als der jetzige Polarſtern, und damals gab alſo dieſes β den Polarſtern ab. Dem gegenwärtigen Polarſterne: eben der Cynoſura, rückt die Rotationsaxe der Erde und der in dieſer Art durch ſie bezeichnete (Nord-) Weltpol für jetzt ſogar noch immer näher: Tycho fand 1577 ſeinen Abſtand vom Pole faſt 3°, 1682 war ihm der

* „Weltpol“ zum Unterſchiede von den Polen der Ekliptik, von denen erſt gleich nachher die Rede ſeyn kann.

** Dieſe alſo bezeichnete Senkrechte iſt demnach die Axe der Ekliptik, und ſie führt zu den „Polen der Ekliptik,“ deren ich, um den Unterſchied von den „Weltpolen“ hervorzuheben, eben erwähnt habe.

* Als wenn, wie ich nur ſagen kann, die „Weltpole“ einen Kreis um die „Pole der Ekliptik“ durchliefen.

Pol ſchon bis auf $2\frac{1}{2}^{\circ}$ * nahe gekommen; und ſeitdem bis auf unſere Tage hat ſich dieſer Polabſtand von der Cynoſura bis auf $1\frac{1}{2}^{\circ}$ verringert. Man möchte hieraus ſchließen wollen, daß der Pol und dieſer Polarſtern endlich coincidiren müßten; allein dazu würde, wie nun leicht einzuſehen iſt, gehören, daß ſich letzterer Stern auf dem Kreiſe ſelbſt befände, welchen der Weltpol in der angegebenen (conſtanten) Entfernung von etwann $23\frac{1}{2}^{\circ}$ um den Pol der Ekliptik durchläuft. Dieß iſt aber wieder nicht der Fall; der Abſtand der Cynoſura vom Pole der Ekliptik (das Complement ihrer Breite) beträgt vielmehr 23° 55′; und wenn ihr alſo der, angegebenermaßen, von jenem Pole ſtets 23° 30′ entfernt bleibende (ihn in dieſer Diſtanz umkreiſende) Weltpol auch im nämlichen Breitenkreiſe ſo nahe als möglich kommt, ſo ſtehen doch beide (in Breite) noch immer (23° 55′ — 23° 30′ =) 25 Minuten von einander entfernt. In dieſen „Breitenkreis," von welchem die für jetzt nachgewieſene Entfernung ** noch $1\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt, wird der Weltpol, da die Annäherung, wie wir geſehen haben, auf 100 Jahre etwann $\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt, demnach in beiläufig 300 Jahren treten; es wird alsdann jener kleinſte gegenſeitige Abſtand Statt finden; zugleich aber wird der Pol auch ſchon wieder weiter einem andern Fixſterne zurücken, welcher ſomit in ſpäterer Zeit den „Polarſtern" abgibt; — und wenn meine Leſer nun eine Sterncharte vornehmen, in derſelben um den Pol der Ekliptik einen Kreis von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ Halbmeſſer beſchreiben und denſelben, vom jetzigen Polarſterne (Cynoſura) ab, in der oben bezeichneten Richtung (weſtwärts) nach der rechten Hand oder, da man in dieſer Art von Bezeichnung nie zu genau ſeyn kann, „wider die Folge der Zeichen" (ſ. d. Art.) verfolgen, ſo werden Sie finden, daß derjenige Stern, welcher ſolchergeſtalt zunächſt „Polarſtern" werden wird, das γ des Cepheus iſt.

Wir haben bisher bloß von dem uns ſichtbaren Nordpole geſprochen. Dem Südpole ſteht das Sternbild des See-Octanten am nächſten; da daſſelbe aber nur kleinere Sterne (keine Sterne erſter oder auch, wie — ſ. vorn — Cynoſura, nur zweiter Größe) enthält, ſo wird das β der kleinen Waſſerſchlange, Fixſtern zweiter Größe, obwohl derſelbe über 11° vom Südpol abſteht, für den ſüdlichen „Polarſtern" angenommen. — Hiermit beſchließe ich dieſen Artikel, mir vorbehaltend, von der Anwendung des „Polarſterns" zur Beſtimmung der „Polhöhe," als des von allen Circumpolarſternen (vergl. d. A.) dabei am öfterſten benützten, in dem eigenen Artikel Polhöhe beſonders zu handeln.

Polarzonen, „kalte Zonen," ſ. Erdſtriche, S. 391.

Poldiſtanz; Distantia a polo; *Distance au pole.* Der Abſtand eines Geſtirns vom Pole; iſt von den Polen des Aequators, von den Weltpolen, die Rede, das Complement der Abweichung; bezieht man ſich aber auf die Pole der Ekliptik, das Complement der Breite.

Pole; Poli; *Poles.* Das Wort „Pol" iſt aus dem Griechiſchen πόλος entnommen, welches von πέλω (ich drehe um) abgeleitet wird; die Aſtronomie bezieht daſſelbe, dieſer Etymologie gemäß, beſonders auch auf die ſich „drehende" Erd- oder Himmelskugel und nennt „Pole" die Endpuncte der (Kugel-*) Axe (ſ. d. Art. und unten), um welche dieſe Drehung erfolgt. Da der Ausdruck Axe aber auch vom Kreiſe** allein

* Das Fortrücken des Weltpols in Bezug auf die Cynoſura, ihre gegenſeitige Abſtandsabnahme, hatte alſo in etwann 100 Jahren (1577 — 1682) nahe $\frac{1}{2}^{\circ}$ = 30′ = 1800″, und demnach auf das Jahr beiläufig nur 18″ betragen, auf welche Langſamkeit dieſes Fortrückens ich eben im Texte hindeute.

** Ich habe die Entfernung zwar oben auf den Stern ſelbſt bezogen; ſie kann aber für ſeinen Breitenkreis nur unmerklich anders ausfallen.

* „Kugel" (vergl. unten) nicht in der ſtrengſten Bedeutung.

** In dieſem Art. Kreis fehlt die obige Erklärung; ich bitte ſie dort nachzutragen.

ſteht, und eine auf deſſen Ebene in ſeinem Mittelpuncte Senkrechte bezeichnet, ſo heißen nicht weniger die Endpuncte der Kreisaxe „Pole“; in dieſem Sinne ſind z. B. die Endpuncte jener Drehungsaxe der Erdkugel zugleich die „Pole“ des Erdäquators mit ſeinen Parallelen, welchen in gleicher Art am Himmel die Pole des Himmelsäquators entſprechen, und eben ſo gewähren die Endpuncte der Axe der Ekliptik die Pole* dieſes letzteren Kreiſes u. ſ. w. (vgl. unten).

Dieſe Pole ſtehen demgemäß von allen (Umfangs-) Puncten jedes Kreiſes, auf welchen man die Axe bezieht, gleich weit, und von den Puncten des größten Kreiſes alſo überall um 90° ab. Und wenn ſich zwei größte Kreiſe der Kugel unter einem gewiſſen Winkel ſchneiden, ſo ſchneiden ſich ihre Axen im Mittelpuncte der Kugel unter demſelben Winkel, und die betreffenden Pole ſind auf der Kugeloberfläche von einander um einen Bogen entfernt, welcher das Maß eben dieſes Winkels abgibt. So ſchneiden ſich z. B. die größten Kreiſe des Aequators und der Ekliptik (ihre Ebenen) unter dem Winkel der Schiefe der Ekliptik von (ſ. letzteren Artikel) 23½°, und eben ſo weit ſtehen (vergl. Polarſtern, wo hiervon beſonders Anwendung gemacht worden iſt) ihre beiderſeitigen „Pole“ an der Kugelfläche aus einander.

Stellt man ſich vor, eine Kugel werde an zwei einander diametral gegenüberſtehenden Puncten feſtgehalten und ſolchergeſtalt um den verbindenden Diameter, als Axe, umgedrehet, ſo muß hierbei jeder Punct der Kugeloberfläche einen der erwähnten „Parallelkreiſe“ beſchreiben, von welchen jene Puncte alſo, wie geſagt, die „Pole“ abgeben.

Alſo ſcheint ſich, angedeutetermaßen, die ganze Himmelskugel dergeſtalt umzudrehen, daß zwei in dieſer Art entgegengeſetzte Puncte unbewegt (in relativer Ruhe) bleiben (ſich zwar mitdrehen, aber ihre Stelle dabei nicht verändern), und dieſe Puncte heißen daher die Himmels- oder Weltpole (vergl. d. A.); — eigentlich aber iſt es, wie wir wiſſen, vielmehr die Erdkugel, die ſich in derſelben Art und Zeit um ihre Axe drehet, wobei demnach die Erdpole (ſ. auch dieſen Art.), nämlich die gleich erwähnten „Pole“ des Erdäquators und ſeiner Parallelkreiſe unbewegt, wie ich den Begriff eben definirt habe, d. h. alſo „in relativer Ruhe“ bleiben.

In gleicher Weiſe laſſen ſich natürlich auch für jeden andern Kreis der Erd- und Himmelskugel „Pole“ gedenken: der Pole der Ekliptik (ſ. d. A.) habe ich erwähnt; Zenith und Nadir ſind die Pole des Horizonts; Morgen- und Abendpunct die Pole des Mittagskreiſes; Mittags- und Mitternachtspunct die Pole des erſten Scheitelkreiſes (vergl. Scheitelkreis).

Der Begriff der Pole in dieſer Vorausſetzung einer Umdrehung (der „Pole der Umdrehung“) iſt demgemäß natürlich auch nicht auf den Planeten Erde eingeſchränkt, ſondern vielmehr allen Weltkörpern: der Sonne, dem Monde, dem Jupiter u. ſ. w., an welchen wir eine „Umdrehung“ (Rotation) beobachten, gemein; eben ſo wenig bedingt er, wie ich ſchon oben hervorgehoben habe, die ſtrenge Kugelform, indem wir vielmehr ſelbſt den Erdkörper als ein Sphäroid kennen, und aus d. Art. Abplattung (S. 21) ſogar wiſſen, daß alle Rotation eine Beeinträchtigung der urſprünglichen reinen Kugelgeſtalt der Himmelskörper involvirt.

Durch die „Weltpole“ werden zugleich die Weltgegenden beſtimmt, indem der Mittagskreis durch dieſe Pole führt, und vermittelſt ſeiner Durchſchnitte mit dem Horizonte den Mittags- und Mitternachtspunct angibt; — und dieß iſt nun der Grund der Eingangs bevorworteten weiteren Ausdehnung des bis hierher nur mit Bezug auf „Drehung“ angewendeten Ausdruckes Pole, indem man denſelben (vergl. Pole, magnetiſche) wegen der gleichen Ei-

* Ich bevorworte jedoch, daß der Ausdruck „Pole,“ wie er bis hierher nur auf Drehung bezogen worden iſt, dieſelbe gleichwohl nicht ſchlechterdings involvirt; wir werden dieß zu Schluſſe des gegenwärtigen und im beſondern Artikel Pole, magnetiſche, näher ſehen.

genſchaft, jene Puncte zu bezeichnen, auch von den Magnetnadeln gebraucht, wiewohl dabei von einer ſolchen Drehung keinerlei Rede iſt. — Noch weiter geht die Natur-Philoſophie in einer ſolchen Anwendung dieſes Ausdruckes; ich habe mich aber darüber im Art. Polarität erklärt, und begnüge mich ſchließlich, in dieſer Rückſicht lediglich dorthin zu verweiſen.

Pole der Ekliptik; Poli Ecliptices; *Poles de l'Écliptique.* Diejenigen Puncte der Himmelskugel, welche von allen (Umfangs-) Puncten (des Kreiſes) der Ekliptik um 90° entfernt ſind: die (vergl. d. A. Pol) beiden Endpuncte der Axe der Ekliptik. Sie ſtehen von den Weltpolen um denjenigen Bogen ab, welcher den Winkel mißt, den die Axe des Aequators mit der Axe der Ekliptik macht, und der dem andern Winkel zwiſchen dieſen beiden Kreiſen (ihren Ebenen), d. h. der Schiefe der Ekliptik ſelbſt gleich iſt, ſo daß dieſer Abſtand demnach, wie die letztere, 23½° beträgt.*

Von dieſen beiden Polen der Ekliptik heißt der, in die nördliche Halbkugel fallende, bei uns ſichtbare, der Nordpol, der entgegengeſetzte, bei uns unſichtbare, der Südpol; der erſtere fällt in das Sternbild des Drachen, und findet ſich in der verlängerten geraden Linie durch die beiden Vorderräder des Himmelswagens (großen Bären) zwiſchen dem Polarſterne und dem durch zwei helle Sterne kenntlichen Kopfe des Drachen; der Südpol liegt zwiſchen den Sternen des Schwertfiſches (Dorado).

Dieſe Pole der Ekliptik drehen ſich bei der Tagesbewegung,** wie

* Die „Pole der Ekliptik," gleich den Weltpolen, fallen in den Kolur (ſ. d. Art.) der Sonnenwenden, welcher (vgl. unten) zugleich den (Meridian) Abweichungs- und Breitenkreis abgibt, und deſſen zwiſchen jenen reſpectiven Polen liegender Bogen dem, zwiſchen der Ekliptik und dem Aequator ſelbſt enthaltenen, ihren gegenſeitigen Abſtand meſſenden Bogen (dieſes „Kolurs") gleich iſt.

** Dieſe tägliche Drehung der Pole der Ekliptik um die Weltpole iſt wohl zu unterſcheiden von der im Art. Polarſtern erklärten, äußerſt langſamen Drehung der letzteren um die erſteren.

alle Puncte der beweglichen Himmelskugel, in 24 (Stern-) Stunden um die Weltpole, und beſchreiben dabei am Himmel die beiden Polarkreiſe; — ſie ſowohl, als die Axe und die Ekliptik ſelbſt, haben alſo jeden Augenblick diejenige andere Stellung gegen die „unbewegliche" Himmelskugel (ſ. d. Art. S. 760), d. h. gegen den Horizont und Meridian, über welche ich in Neunzigſter (jedesmalige 90ſte Grad der Ekliptik, vom Horizont an gerechnet) gleich Eingangs handle.

Größte Kreiſe durch dieſe Pole geführt, ſtehen (wie die Abweichungskreiſe auf dem Aequator alſo) auf der Ekliptik ſenkrecht* und heißen Breitenkreiſe (beſonderer Art.), weil auf ihnen die „Breite" gemeſſen wird.

Ich habe im Art. Polarſtern von einer langſamen, in Folge des Vorrückens der Nachtgleichen (wo die Sache weiter erörtert werden wird) Statt findenden Umdrehung der Weltpole um dieſe Pole der Ekliptik geſprochen, und in der voraufgehenden Anmerkung auch nochmals daran erinnert. Dabei bleiben (hinſichtlich dieſer** Drehung) letztere Pole unbewegt. Allein die Schiefe der Ekliptik ſelbſt, d. h. die Lage des Kreiſes der Ekliptik gegen den Aequator, iſt veränderlich, und damit natürlich auch die Lage der Axe, gleichwie alſo der

* Daher iſt der „Kolur der Sonnenwenden," wie ich oben mit Verweiſung hieher bemerke, als zugleich durch die Weltpole und dieſe Pole der Ekliptik gehend und demnach auch zugleich einen Abweichungs- und Breitenkreis abgebend, nicht weniger auf dem Aequator, als auf der Ekliptik ſenkrecht.

** Ich habe daher im citirten Art. Polarſtern dieſe Schiefe der Ekliptik als unveränderlich betrachten müſſen, welches auch, wenn hiernach alſo gleich nicht abſolut genau, doch in Bezug auf die Stellungsveränderung der Weltpole gegen die Pole der Ekliptik zuläßig iſt.

„Pole der Ekliptik." Wegen dieſes Umſtandes verweiſe ich aber ſchließlich eben auf dieſen beſondern Art. Schiefe der Ekliptik.

Pole, magnetiſche; Poli magnetici; *Poles magnétiques;* Poles de l'aiguille aimantée. Namentlich die Endpuncte der Magnetnadel, welche Endpuncte dieſe Nadel, wenn ſie frei ſchwebend aufgeſetzt iſt, reſp. nach Mitternacht und Mittag kehrt, und welchen man den Namen des (magnetiſchen) Nord- und Südpols beilegt. Ueber den Grund der Anwendung dieſes Wortes „Pol" dafür, welches (vergl. d. A.) eigentlich doch den Begriff einer Drehung involvirt, von der hierbei gleichwohl keine Rede iſt, habe ich mich zu Schluſſe des citirten Artikels erklärt. Das Detail der Sache ſelbſt gehört in die eigentliche Phyſik, und ich erwähne derſelben hier nur mit Bezug auf den Vortrag über Compaß, worüber ich im aſtronomiſchen Sinne nicht weggehen konnte.

Anmerken will ich indeß, als weniger beachtet, daß man den nach Norden gekehrten und deßhalb auch „Nordpol" benannten Endpunct der Nadel eigentlich den Südpol, und umgekehrt, nennen ſollte, indem das Geſetz der Polarität dieſen Gegenſatz bedingt. Weiteres hierüber jedoch, wie geſagt, in den Lehrbüchern der Phyſik, unter denen ich, was dieſen Gegenſtand betrifft, Baumgärtner's (des Wiener Naturforſchers) „Naturlehre." 8. Aufl. Wien. 1845. gr.8. (S. 354 flgd.) empfehle.

Polhöhe; Elevatio poli; *L'élévation du pole.* Unter „Polhöhe" eines Ortes auf der Erde verſteht man den Bogen, um welchen der an dieſem Orte ſichtbare Weltpol ſenkrecht über den Horizont erhaben iſt; es iſt ein Bogen des Mittagskreiſes, indem ſich durch den Pol ſenkrecht auf den Horizont kein anderer Kreis als der (zugleich durch Pol und Zenith gehende) Mittagskreis (ſ. d. A.) führen läßt. Wenn Tafel XI. Fig. 4. HOR den Horizont des Ortes, P, p beide Pole, ZPRQpHAZ den Mittagskreis vorſtellt, ſo iſt der Bogen RP die „Polhöhe." Dieſer Bogen mißt nach den Regeln der Sphärik den Winkel, um welchen die Weltaxe Pp gegen die Horizontalebene HOR des betreffenden Ortes geneigt iſt. Die Polhöhe RP macht mit der Aequatorshöhe AH zuſammen immer 90° aus (auf welchen Umſtand ich unten zurückkomme), d. h. die eine iſt immer das Complement der andern; unter dem Aequator z. B. und wo alſo die Aequatorshöhe = 90°, iſt dagegen die „Polhöhe" = 0 u. ſ. w.

Da ferner die geographiſche Breite (ſ. Breite, geographiſche, welchen Art. ich überhaupt zu vergleichen bitten muß) eines Ortes der Polhöhe deſſelben gleich iſt, ſo ſind die Beſtimmungen der letzteren ſowohl für die Aſtronomie überhaupt, als für die Geographie, namentlich aber (ſ. hinten) für den Seefahrer im beſondern, äußerſt wichtig; und es bleibt eine der erſten und unentbehrlichſten Arbeiten eines Aſtronomen, die Polhöhe ſeines Ortes genau zu finden. Man beſitzt dazu viele Methoden (die neueſte Praxis namentlich hat deren mehrere, ziemlich complicirte angegeben); ich beſchränke mich aber, Plan-gemäß, auf Beibringung zweier davon, deren Princip ſich am leichteſten auffaſſen läßt.

Man wähle alſo einen von den Sternen, welche dem Pole nahe ſind und daher nicht untergehen (Circumpolarſterne, ſ. d. A.), am liebſten den Polarſtern (vergl. auch dieſen Art.) ſelbſt. Ein ſolcher Stern beſchreibt, dieſer ſeiner Stellung wegen, um den Pol P einen kleinen Tagkreis, davon das ST unſerer Figur einen Bogen darſtellt, und geht dabei täglich zweimal durch den Mittagskreis ZPR, einmal über dem Pole bei S, das anderemal unter demſelben bei T. In den langen Winternächten kann man beide Durchgänge in der nämlichen Nacht, den einen Abends, den anderen gegen Morgen beobachten, und alſo die entſprechenden Höhen SR, TR des Sterns meſſen. Dieſe Höhen muß man zunächſt wegen der Refraction (ſ. Strahlenbrechung, aſtronomiſche) corrigiren; alsdann gibt ihr Unterſchied den Bogen ST, und dieſes Bogens Hälfte (PT = PS) zur kleinſten Höhe RT hinzugerechnet, oder von der größten RS abgezogen, gibt die Polhöhe RP.

Exempel. Man fand für die Polhöhe von Petersburg:

des Polarſterns größte Höhe	62° 5′ 35″,	kleinſte	57° 48′ 0″.
Refraction	„ „ 31″ *	. .	„ „ 37″.
RS = . .	62° 5′ 4″.	RT =	57° 47′ 23″.
RT = . .	57° 47′ 23″		
ST = . .	4° 17′ 41″.		
die Hälfte = . .	2° 8′ 50″,5 = PT.		
PT + RT = . .	59° 56′ 13″,5 ** = der geſuchten Polhöhe RP von Petersburg.		

Die zweite Methode ſetzt die Kenntniß der Abweichung voraus, wonächſt man die Mittagshöhe (= Aequatorshöhe + Abweichung; vergl. gleich unten) beobachtet, von welcher alſo die (bekannte) Abweichung nur ſubtrahirt zu werden braucht, um die Aequatorshöhe zu erhalten, deren Complement (ſ. oben) die geſuchte „Polhöhe“ gewährt (dabei iſt jedoch nur erſt noch zu bemerken, daß, welcher Einſchränkung wegen ich eben hierher verweiſe, ſüdliche Abweichungen, wenn man die Höhe des Nordpols ſucht, als negative zu betrachten ſind, ſo daß man ſie vielmehr zur Mittagshöhe addiren muß, um die Aequatorshöhe zu erhalten).***

Exempel. Man fand zu Wien am 1ſten Januar 1745, wie mir die Rechnung gerade vorliegt,

die Mittagshöhe des Aldebaran †	57° 45′ 0″.
Refraction	43″,2
	57° 44′ 16″,8
Abweichung	15° 58′ 26″,8
Aequatorshöhe	41° 45′ 50″
Ab von 90° = ...	89° 59′ 60″
Polhöhe von Wien	48° 14′ 10″.

Spätere Meſſungen geben zwar wieder ein etwas verſchiedenes Reſultat, welches aber auch nur der größeren Genauigkeit vervollkommneter Inſtrumente beizumeſſen iſt. Auch ſollte bei ſo ausgedehnten Städten, wie hier Wien, ein beſtimmterer Punct angegeben werden, oder wenigſtens ausdrücklich geſagt ſeyn, daß, wie freilich gewöhnlich, das Obſervatorium gemeint iſt.†† Daß man ſich fer-

* Die Refraction, wie ich hier anticipirend bemerke, vergrößert die Mittagshöhen, und verkleinert alſo (vergl. unten) die Zenithabſtände.

** Ich finde dieſe ältere Meſſung in meinen Collectaneen; neuere, mit ſchärferen Inſtrumenten ausgeführte, geben gleichwohl ein, nur um wenige Secunden abweichendes Reſultat, zum Beweiſe, daß das Verfahren alles Vertrauen verdiene.

*** Der Stern erreicht im Mittagskreiſe (vergl. d. Art), welcher dann mit dem Abweichungskreiſe zuſammenfällt, ſeine größte (ſeine Mittags-) Höhe über dem Horizonte. Iſt ſeine Abweichung (ich ſpreche von der nördlichen Halbkugel) dabei eine nördliche, ſo ſteht er dem (alſo zwiſchen Nordpol und Stern angenommenen) Beobachter näher als der Aequator; iſt ſie ſüdlich, ſo findet er ſich dagegen zwiſchen Horizont und Aequator, alſo entfernter als dieſer (jenſeit des Aequators), daher die Aequatorshöhe im erſteren Falle = Mittagshöhe − Abweichung, im zweiten Falle (wie ich oben ſage) = Mittagshöhe + Abweichung iſt.

† Auge des Stiers, Fixſtern erſter Größe in dieſem Sternbilde, auf welchen uns der A. Sternbilder zurückführen wird.

†† Schon geringe Entfernungen bewirken merkliche Differenzen; ſo finde ich in Litrow's „Geograph. Ortsbeſtimmungen“ die „Polhöhe“ des alten Obſervatoriums zu Berlin = 52° 31′ 13″, des nicht zu entfernten neuen 52° 30′ 16″.

alſo Unterſchied . . .	„ „ 57″.

ner bei Feſtſtellung eines ſo wichtigen Elements nicht mit Einer Meſſung begnügt, ſondern lieber das arithmetiſche Mittel aus möglichſt vielen ſolchen Meſſungen nimmt, brauche ich übrigens wohl kaum erſt beſonders zu bemerken.

Auf der See iſt die Beſtimmung der „Polhöhe," d. h. alſo der geographiſchen Breite, um in Verbindung mit der Länge (vergl. Breite, geographiſche, und Länge zur See) den Ort des Schiffes auf dem ſonſt ſpurloſen Ocean zu wiſſen, wie ich mit Verweiſung hierher ſchon oben bevorwortet habe, von entſcheidender Wichtigkeit, hat aber wegen des Schwankens des Schiffes, in Verbindung mit der Neigung des Meerhorizonts (vergl. d. Art.) und der Unbeſtimmtheit der Mittagsfläche (ſ. auch dieſen Artikel), natürlich mehr Schwierigkeit als auf dem feſten Lande, wiewohl ſie doch immer noch viel leichter als die im betreffenden Vortrage erklärte Erfindung der „Länge (zur See)" iſt. Man bedient ſich dabei des ebenfalls in einem eigenen Art. beſchriebenen Hadley'ſchen Spiegel-Octanten (Spiegel-Quadrant, Hadley'ſcher), mit welchem man den Zenithabſtand eines Geſtirns von bekannter Abweichung zu derjenigen Zeit mißt, zu welcher ſich daſſelbe, dem Compaſſe zufolge, im Mittagskreiſe befindet; denn wenn das Geſtirn, um uns auf dieſen Fall zu beſchränken, z. B. zwiſchen (vergl. das folgende Exempel) dem Beobachter und dem Aequator ſteht, ſo gibt dieſes Geſtirns Abweichung (ſein Abſtand vom Aequator im Meridian) +* ſeinem Zenithabſtande im ſelbigen Meridian vom Beobachter offenbar des Letzteren ganzen Abſtand vom Aequator, d. h. deſſen geſuchte geographiſche Breite („Polhöhe").

Exempel: Ein Seefahrer beobachtete eines Tages jenſeits des Aequators den Abſtand des Sirius vom Zenith (dort) mitternachtwärts = 34° 17', wozu wegen der Refraction, welche (vgl. vorn) den Zenithabſtand verkleinert, noch 48" = 0',8 hinzuzuſetzen ſind; ſein Schifferkalender gab ihm für den nämlichen Tag die ſüdliche Abweichung dieſes Sterns = 16° 24',6 (der Stern befand ſich alſo, da die Abweichung kleiner war, als der ſomit folgende ganze Abſtand des Schiffes vom Aequator, wie oben, zwiſchen dem Beobachter und dem letzteren); — und die geſuchte geographiſche (hier ſüdliche) Breite des Schiffers war demnach 34° 17',8 + 16° 24',6 = 50° 42',4.

Wird (wie wir es l. c. vorgezogen haben) die Sonne zu dieſer Beobachtung gewählt, ſo kann natürlich nur der Abſtand ihres oberen oder unteren Randes gemeſſen werden, und man hat dann, da die Abweichung für den Mittelpunct berechnet iſt, den, ebenfalls aus dem Schiffskalender bekannten, jedesmaligen Halbmeſſer im erſteren Falle, zum gefundenen Zenithabſtande zu addiren, im andern davon zu ſubtrahiren. Auch muß der Unterſchied zwiſchen der Schiffszeit und der Zeit des Meridians, für welchen der Schiffskalender berechnet iſt, wenigſtens beiläufig bekannt ſeyn, um die (veränderliche) Abweichung der Sonne gerade für den wahren Zeitpunct der Beobachtung nehmen* zu können.

* Befindet ſich (vergl. Breite, S. 137), um auch noch dieſen Fall wenigſtens in einer Anmerkung zu erörtern, dagegen der Beobachter zwiſchen dem Geſtirn und dem Aequator, ſo iſt ſein Abſtand vom letzteren (ſeine „geographiſche Breite," ſeine „Polhöhe) augenſcheinlich = Abweichung — Zenithabſtand; der Beobachter hat dann den Stern nordwärts, wenn ihm der Aequator ſüdwärts liegt.

* Geſetzt nämlich, das Schiff befinde ſich in Zeit 1 Stunde weſtlich von demjenigen Meridian (z. B. dem von Greenwich), für deſſen wahren Mittag die Abweichung berechnet wäre, und es ſey auch auf dem Schiffe eben Mittag; ſo iſts doch dann gegen den Mittag jenes Meridians wirklich ſchon 1 Sonnenſtunde ſpäter; — und man muß alſo die, nur für letzteren (für ſeinen Mittag) berechnete Abweichung der Sonne um die darin während dieſer 1 Stunde vorgegangene Veränderung corrigiren. — Ich glaube, daß dieſe wenigen Worte die Sache ganz klar machen werden; ſonſt kann man auch den Artikel Länge zur See vergleichen, wo ausführlicher darüber gehandelt wird.

Erlauben eingetretenes trübes Wetter oder andere Umſtände nicht, die Geſtirne eben unmittelbar im (oder doch nahe um den) Meridian ſelbſt zu beobachten; ſo beſitzt die Schifffahrtskunde (vgl. d. A.) auch Mittel, den Zenithabſtand in demſelben aus mehreren, nur nicht zu lange vor und nach der Culmination gemeſſenen Abſtänden zu folgern (dieſe Abſtände — vergl. Reduction auf den Meridian — „auf den Meridian zu reduciren"), und alſo die geographiſche Breite („Polhöhe") zu beſtimmen, worüber man indeß das Weitere in den, jene weſentlich auch aſtronomiſche Disciplin beſonders behandelnden, dort namhaft gemachten Werken nachſehen kann (indeß bringe ich im citirten Art. „Reduction auf den Meridian" auch ſelbſt ein Exempel bei).

Anticipirend bemerke ich ſchließlich nur, daß mir unter den deutſchen, dieſer Disciplin gewidmeten Werken Rümker's (des wackern Hamburger Aſtronomen) „Handbuch der Schifffahrtskunde." 4te Aufl. Hamburg. 1844. gr. 8., unter den franzöſiſchen aber Bézout's „Traité de navigation." Paris. 1793. 8. den Vorzug zu verdienen ſcheinen.

Poſitionswinkel; Angulus positionis; *Angle de position.* So heißt zunächſt (vergl. unten) der am Mittelpuncte eines Geſtirns durch deſſen Breiten- und Abweichungskreis gebildete Winkel; wir haben von demſelben im Vortrage über „Finſterniſſe" (der Sonne), S. 494, mit Verweiſung auf einen beſondern Artikel Anwendung gemacht, und ich muß daher hier in einiges Detail darüber eingehen.

Der Pol der Ekliptik ſteht vom Weltpole (ſ. Pol) um 23½° ab; und ein vom erſteren (ſenkrecht) auf die Ekliptik gezogener (ein Breiten-) Kreis kann daher mit einem vom letzteren dagegen ebenfalls ſenkrecht zum Aequator gehenden (einem Abweichungs-) Kreiſe nur unter der einzigen Bedingung zuſammenfallen, daß das betreffende Geſtirn mit beiden Polen im nämlichen Meridian (dem Kolur — ſ. d. A. — der Sonnenwenden) ſteht; in allen andern Lagen durchſchneiden ſich beide Kreiſe an dem Geſtirne (ſeinem Mittelpuncte) unter einem Winkel, welcher alſo den „Poſitionswinkel" abgibt. Die allgemeine Formel für denſelben iſt

cos Breite : cos gerade Aufſteigung = sin Schiefe : sin Poſitionswinkel;

wir haben aber dieſen Winkel l. c. nur mit Bezug auf die Sonne, deren Breite = 0, geſucht, für welchen Fall obige Formel alſo

1 : cos gerade Aufſteigung = sin Schiefe : sin Poſitionswinkel

wird. Der Durchſchnittspunct der bezeichneten, den Winkel bildenden beiden Kreiſe fällt dabei, eben weil die Sonne keine Breite hat, in die Ekliptik ſelbſt; und Ein Blick auf die für dieſen Winkel angewendete Figur (5 b der Tafel XI. erſten Bandes) zeigt, daß er alsdann, wie ich im betreffenden Vortrage ſage, „das Complement des Winkels abgibt, welchen der Abweichungskreis (Meridian) mit der Ekliptik macht."

In einem andern Sinne ſodann iſt der Ausdruck „Poſitionswinkel," nach dem Vorgange anderer Aſtronomen, von mir im Art. Fixſterne, S. 566, gebraucht worden, um in Doppelſternſyſtemen die Stellung des Begleit- gegen den Centralſtern zu bezeichnen; ich habe aber auch ſchon dort darauf aufmerkſam gemacht, daß es beſſer ſeyn möchte, in dieſem letzteren Falle lieber „Stellungswinkel" zu ſagen.

Präceſſion, ſ. Vorrücken der Nachtgleichen, als ganz gleichbedeutender Ausdruck.

Problem der drei Körper (Aufgabe von den drei Körpern); Problema trium corporum; *Problème des trois corps.* Mit dieſem Namen belegt man (vergl. unten) allgemein* die Forderung der

* Ich bevorworte alsbald, das vorliegende „Problem der drei Körper" nur als den theoretiſchen Ausdruck der Perturbationsrechnung zu betrachten, und dieſe ſeine Betrachtung alſo auch bloß bis zum Uebergange auf jenen, in der engſten Verbindung damit ſtehenden und durchaus zu vergleichenden Vortrag auszudehnen, wohin ich demnächſt, als auf die praktiſche Verfolgung des Gegenſtandes, ſogleich verweiſen werde.

Beſtimmung derjenigen Geſetze, nach welchen ſich drei, gegenſeitig anziehend (gravitirend) auf einander wirkende Himmelskörper in dem doppelten Falle bewegen, wenn entweder zwei von ihnen (z. B. zwei Hauptplaneten) unmittelbar um den dritten (die Sonne*) laufen, oder einer von ihnen (ein Nebenplanet, z. B. unſer Mond) erſt den zweiten (z. B. die Erde als Hauptplaneten) umkreiſt, und alſo nur mittelbar von dieſem mit um jenen dritten geführt wird. — Ich habe von dieſem Problem zwar ſchon im Art. Perturbationen, deren ganzer Praxis daſſelbe, wie dort gezeigt wird, als Theorie zu Grunde liegt, handeln müſſen, komme hier aber, bevorwortetermaßen, auch beſonders darauf zurück, um den Gegenſtand bei ſeiner außerordentlichen aſtronomiſchen Wichtigkeit noch unter andern Geſichtspuncten, namentlich unter jenem theoretiſchen, zu beleuchten, wiewohl ich die Vergleichung des erwähnten Artikels, da ich nicht Alles wiederholen kann, gleich zur unerläßlichen Bedingung habe machen müſſen.

Das fernere Geſchäft der auf den Himmel angewendeten Mechanik nach Feſtſetzung der reinen (von Neben-Einflüſſen frei gedachten) planetariſchen Bewegung beſteht nämlich darin, nunmehr auch noch die (kleinen) Abweichungen (Störungen, „Perturbationen,“ eben die „Neben-Einflüſſe“) zu beſtimmen, welche in dieſer, alſo ſonſt „reinen“ (elliptiſchen) Bewegung der Hauptplaneten um die Sonne, oder der Nebenplaneten (Trabanten) um den Hauptplaneten dadurch entſtehen müſſen, daß jeder dieſer Körper nicht allein vom umlaufenen (von ſeinem Centralkörper), ſondern, der natürlichen Gegenſeitigkeit aller Gravitation wegen, immer zugleich von allen* übrigen Körpern des Syſtems angezogen wird. Eine vollſtändige, directe Löſung dieſer, wie man auch im Allgemeinen gleich einſieht, und wie ich noch ausdrücklich bevorworte, höchſt verwickelten Aufgabe iſt bei dem heutigen Zuſtande der Analyſis nicht möglich. Indeſſen beſitzt man zur praktiſchen Anwendung vollkommen hinreichende Methoden der Behandlung durch Näherung (durch Reihen, wo ein geſchloſſener** Ausdruck nicht zu erlangen ſteht). Die Möglichkeit einer ſolchen Näherung iſt aber hauptſächlich darin begründet, daß die Kräfte, durch welche die „rein elliptiſche“ Bewegung eines Hauptplaneten um die Sonne oder eines Nebenplaneten um ſeinen Hauptplaneten geſtört wird, theils wegen der Kleinheit der Maſſen der ſtörenden Körper im Vergleiche zur Maſſe der Sonne, theils wegen der wieder vergleichsweiſe viel größeren Entfernung dieſer ſtörenden Körper, immer nur gering gegen diejenigen Kräfte ausfallen, welche die bezeichnete rein elliptiſche Bewegung ſelbſt erzeugen. Außerdem wird die Möglichkeit einer Behandlung vermittelſt bloßer ſolcher Näherung noch durch den doppelten Umſtand

* Ich dehne nämlich die Bewegung auf alle drei Körper, alſo auch auf die Sonne aus, indem man (vergl. Gravitation, S. 704) den Umlauf nicht ſowohl auf letztere ſelbſt, als vielmehr auf den gemeinſchaftlichen Schwerpunct des ganzen Syſtems beziehen muß, um welchen ein ſolcher Umlauf ihr alſo nicht weniger gemein iſt. Nur die l. c. nachgewieſene Unmerklichkeit dieſer Bewegung für ſie würde geſtatten, ſie als dabei unbeweglich anzunehmen.

* Man könnte, da beim Störungseinfluß alſo von allen Körpern des Syſtems die Rede iſt, gleich fragen, weßhalb das Problem nur den Namen des „Problems der drei Körper“ führt? Dieſe Beſchränkung hat den doppelten Grund zunächſt der beſondern Anwendung auf das Verhältniß zwiſchen den drei Körpern Mond, Erde und Sonne, ſodann aber der allgemeinen Zuläßigkeit, von allen ſtörenden Körpern ſucceſſiv nur immer Einen in Bezug zum geſtörten und zum Centralkörper betrachten zu dürfen. — Ich komme oben hierauf zurück.

** Als paßliches Beiſpiel des Erſatzes eines ſolchen „geſchloſſenen,“ und alſo vollſtändige Genauigkeit gewährenden, aber nicht zu erlangenden Ausdruckes durch bloße Näherung (durch „Reihen“) führe ich die Relation zwiſchen wahrer und mittlerer Anomalie an, welche wir in Gleichung der Bahn, S. 638, auf dieſe Weiſe dargeſtellt haben.

begünſtiget, daß die Bahnen der Haupt- und Nebenplaneten ſämmtlich nur wenig von der einfacheren Kreisform abweichen, und daß die Ebenen dieſer Bahnen (mit einziger Ausnahme des Planetchens *Pallas*, vergl. d. Art., S. 245) nur kleine Winkel mit einander machen. Aus dieſen Gründen braucht, wie ich ſchon in der Anmerkung bevorwortet habe, zunächſt nicht ſogleich die *Geſammtheit* der ſtörenden Himmelskörper, ſondern nur *ſucceſſiv* einer nach dem andern von ihnen in Betracht gezogen zu werden, welches für *größere ſtörende Maſſen* oder für *geringere Entfernungen derſelben* unzuläßig ſeyn würde, gleichwie man, wie wir im Art. *Perturbationen* (deſſen beſtändige Vergleichung ich aus dieſem Grunde ſo dringend empfohlen habe) ſehen, eben deßhalb ferner die (gravitirende) *Rückwirkung* des *geſtörten* auf den *ſtörenden* Körper außer Acht laſſen, und nur ſtets von *Einem* Centralkörper, *Einem* geſtörten und *Einem* ſtörenden Weltkörper ſprechen darf. Die Eingangs gegebene *ganz allgemeine* Definition ſchließt zwar dieſe, durch das dort beigefügte „vergl. unten“ nur erſt angedeutete Modifikation des Abſehens von aller *Rückwirkung** des geſtörten Körpers auf den ſtörenden noch nicht ein; allein die nun hier nachgewieſenen Umſtände beweiſen nicht bloß die Zuläßigkeit, ſondern auch die Nothwendigkeit davon für unſere Berechnungsweiſe, bei welcher es ſich alſo, wie geſagt, nicht um abſolute Genauigkeit, ſondern lediglich um ein dem Umfange der Forderung im *theoretiſchen* Sinne zwar nicht genügendes, aber für die *Praxis* hinreichendes *Näherungsverfahren* durch *Reihen-Entwicklung* handeln kann.

Solchergeſtalt iſt alſo das *Problem der drei Körper* bei Mitvergleichung der Anmerkung in ſeinem *theoretiſchen* und *praktiſchen* Gegenſatze vollkommen charakteriſirt. Die *Theorie*, um zu reſumiren, nachdem ſie ſich, obwohl daſſelbe natürlich eigentlich von *allen* Syſtemskörpern gilt, aus den angegebe-

* Bei der durchgängigen Reciprocität der Gravitationswirkung kann nämlich ein ſtrenger Gegenſatz zwiſchen *ſtörendem* und *geſtörtem* Körper natürlich eigentlich gar nicht gedacht werden; indem z. B. der Planet *Jupiter* die *Erde* in ihrem Laufe um die, zugleich *beide* Geſtirne anziehende *Sonne* ſtört, erfährt nicht weniger *Jupiter* in *ſeinem* Laufe um *letztere* eine ähnliche ſtörende „Rückwirkung“ vom Planeten *Erde*, gleichwie die *Sonne* ihrerſeits auch wieder von *beiden* geſtört wird; — die *genau* geſtellte Frage, im *vollkommenen* Sinne unſerer Definition, würde alſo *die* ſeyn: welche Ortsveränderung erleidet unter dieſen Bedingungen *jeder* der *drei* Körper *gleichzeitig*? welche Stelle im Raume nimmt *jeder* von ihnen *gegenſeitig augenblicklich* ein? — In dieſer Geſtalt iſt die Frage durch die Kunſtgriffe unſerer Analyſis, wie geſagt, nicht zu beantworten, und man ſieht alſo bei der Unterſuchung der, um wieder daſſelbe Beiſpiel zu benützen, *Störung der Erde* durch den *Jupiter*, von der gleichzeitigen Rückwirkung des erſteren Planeten auf den letzteren vorerſt ab, betrachtet *allein* die *Erde* als in ihrem Laufe um die Sonne *geſtörten*, den *Jupiter* allein als ſie darin *ſtörenden* Körper, und ſpricht dagegen vom *ſtörenden* Einfluſſe des *erſteren* auf *letzteren* Planeten nur erſt dann, wenn diejenigen Störungen unterſucht werden, welche *Jupiter* ſeinerſeits erleidet. — Nur durch dieſe Trennung der Frage kann man zu einem Reſultate gelangen, welches, wie nun oben weiter erklärt iſt, gleichwohl immer nur noch ein genähertes bleibt. Ohne dieſe Trennung dagegen müßte zugleich auf die jederzeitige Ortsmitveränderung auch des *ſtörenden* Planeten, als *ſelbſt wieder geſtörten*, und ſeinen *dadurch* modificirten *Störungs*-Einfluß Rückſicht genommen werden, welches über die Kräfte der Analyſis geht, und die ſich daher, um es nochmals zu wiederholen, gezwungen findet, bei den zum Beiſpiele gewählten Störungen der *Erde durch* den *Jupiter*, die Störungen des letzteren durch die erſtere außer Acht zu laſſen, und dieſelben nur erſt dann in Rechnung zu ziehen, wenn dagegen *Jupiter* als *geſtörter* und die *Erde* als *ſtörender* Körper betrachtet wird.

nen Gründen auf drei derſelben beſchränkt hat, fordert, dem Wortſinne der Definition gemäß, den aus vollkommener Gegenſeitigkeit der gravitirenden Wirkung folgenden jederzeitigen Raumort jedes der drei Himmelskörper, indem ſie mit Rechte alle drei zugleich als ſtörende und geſtörte bezeichnet. Die Praxis dagegen nimmt von drei betrachteten Körpern nur den Einen als ſtörenden an, und abſtrahirt von der Bedingung, daß derſelbe nicht ſtören kann, ohne zugleich ſelbſt wieder geſtört zu werden. Wie ſo ſie Dieß darf, ohne gleichwohl im Rechnungs-Reſultate und ſeiner nachherigen Uebereinſtimmung mit der wirklichen Beobachtung merklich zu fehlen, habe ich oben gezeigt; und die Leſer finden hier alſo den geſuchten Uebergang zu dem gleich Eingangs als Anwendung jener Theorie bezeichneten Vortrage über Perturbationen, wo nähere Anleitung zur Ausführung der hier angedeuteten Praxis unſeres „Problems der drei Körper“ ertheilt wird. Mit der vorangehenden theoretiſchen Charakteriſirung deſſelben iſt alſo mein gegenwärtiger Zweck erreicht, und ich ſchließe die ſchwierige Entwicklung mit der bevorworteten Verweiſung auf das Weitere im citirten Artikel Perturbationen, wo ſich nicht weniger alle erforderlichen hiſtoriſchen und literariſchen Notizen finden.

Projection; Projectio; *Projection,* heißt die Entwerfung, Abbildung eines Gegenſtandes auf einer Fläche durch gerade Linien, welche ſich entweder parallel ſind oder in einem Puncte zuſammenlaufen. Wir haben von dieſer doppelten Art der Abbildung eines Gegenſtandes im Art. Landcharte Gebrauch gemacht. Stellt man ſich nämlich, um das dort, S. 34 flgd., darüber Vorgetragene hier zur ſchnellen Ueberſicht kurz zu wiederholen, die Ebene des Erdäquators als eine ſolche „Fläche,“ als eine Tafel vor, auf welcher eine der Erdhalbkugeln, z. B. die nördliche oder ſüdliche, ſolchergeſtalt „projicirt“ werden ſoll, ſo kann dieß geſchehen, indem man entweder von allen Puncten der Halbkugel „parallele“ gerade Linien (Perpendikel) auf die gedachte Tafel fallen, oder indem man dieſe Linien nach dem, der zu projicirenden nördlichen oder ſüdlichen Halbkugel entgegengeſetzten Pole (Pol-„Puncte“) durch die Tafel „zuſammenlaufen“ läßt, wobei alſo im erſteren Falle die Auffalls-, im letzteren die Durchſchnitts-Puncte der Geraden die „Entwerfung“ abgeben. Jene erſtere „Projection“ durch parallele gerade Linien heißt aus l. c. entwickelten Gründen die orthographiſche, dieſe letztere, wobei die „Entwerfungs“-Linien dagegen convergiren, die ſtereographiſche; — die weitere Theorie beider Arten von „Projectionen“ aber findet ſich ebenfalls l. c. mit aller, für unſere Zwecke nothwendigen Ausführlichkeit erörtert.

Hier habe ich nur noch zu bemerken, daß, wenn ſich zwiſchen einem beobachtenden Auge und der obigen „Projections-Fläche“ eine Kugel befindet, die Projection davon allemal eine Kreisebene (Scheibe) wird, wie ſich uns z. B. die Geſtirnkugeln, namentlich die Kugel des Mondes, der Sonne u. ſ. w. an der Innerfläche des ſcheinbaren Himmelsgewölbes als ſolche Kreisſcheiben darſtellen. Die „Projection“ einer auf dem Viſionsradius ſenkrechten Kreisebene, alſo auch eines mit ſeiner Grundfläche gleichergeſtalt gegen das Auge liegenden ſenkrechten Kegels, z. B. des Schattenkegels der von der Sonne beſchienenen Erdkugel, ſchließlich, iſt nicht weniger eine ſolche Kreisſcheibe.* — Von beiden Sätzen iſt in unſerem Werke, beſonders im Vortrage über Finſterniſſe, mehrfacher Gebrauch gemacht worden.

* Dieſer „Schattenkegel“ liegt (vergl. Finſterniſſe, S. 462 flgd.) mit ſeiner Axe (der Verlängerung der die Mittelpuncte von Sonne und Erde verbindenden Geraden) in der Ebene der Ekliptik, und „projicirt ſich da, wo er bei Finſterniſſen des Mondes von dieſem Geſtirne durchſchnitten wird, am Himmelsgewölbe als eine, wie ich oben ſage, „Kreisſcheibe;“ ſein dortiger Durchſchnitt, welcher vermittelſt des Hineintauchens des hellen Mondes ſichtbar wird, zeigt ſich dort als eine ſolche Scheibe.

Q.

Quadrant, aſtronomiſcher; Quadrans astronomicus; *Quart-de-cercle astronomique.* Der vierte Theil eines Kreisrandes (ein Viertelkreis), gewöhnlich von Meſſing verfertiget, und in ſeine 90° Grade (auch weiter) getheilt, um Winkelmeſſungen am Himmel damit vornehmen, namentlich Höhen (beſonders — vergl. unten — Mittagshöhen*) oder Zenithabſtände der Geſtirne beſtimmen zu können.**

Die erſte Anwendung ſolcher getheilten Kreisausſchnitte zu dieſem Gebrauche, ſtatt der Hülfsmittel der älteren Aſtronomie (wie ſie zum Theile im Art. Inſtrumente, S. 819 flgd., beſchrieben ſind), wird dem uns vielfach bekannt gewordenen Däniſchen Aſtronomen Tycho de Brahe zugeſchrieben (der Mauerquadrant wenigſtens iſt, ſ. unten, gewiß von ihm eingeführt); man hat ſich ſeitdem auch nicht auf den „Viertelkreis" beſchränkt, ſondern ferner Sectoren, unter welchem Titel ich nochmals allgemein darauf zurückkomme, von 60°, 45° u. ſ. w. angewendet, und dieſelben danach Sextanten, Octanten, genannt. Faſſen dergleichen Cirkelausſchnitte noch wenigere Grade, um damit beſonders ſehr ſcharfe Meſſungen von Zenithabſtänden ausführen zu können, ſo werden ſie daher Zenith-Sectoren genannt, wie ich eines ſolchen im Art. Abirrung des Lichtes, S. 10, erwähnt habe, und ebenfalls beſonders darauf zurückkomme.

Die „Quadranten" ſind entweder bewegliche (portatiles; *portatifs*, mobiles) oder unbewegliche (der ſchon erwähnte, gleich näher zu betrachtende „Mauerquadrant," Quadrans fixus s. muralis; *Quart-de-cercle mural*). Bei den beweglichen wird der, angegebenermaßen, meſſingene, getheilte Bogen (Limbus, beſonderer Artikel) durch eiſerne Stäbe und Querbänder gehalten, und ruhet vermittelſt einer, im Schwerpuncte des Ganzen angebrachten Welle auf einem Stative. Um mit dieſem Werkzeuge Höhen oder Zenithabſtände zu meſſen, wird es in eine Verticalfläche gebracht und läßt ſich in derſelben entweder um den Schwerpunct drehen, wie Taf. XII. Fig. 1., oder bleibt unbewegt ſtehen, wie Fig. 2.

Im erſteren Falle (Fig. 1.) iſt eine Regel AC mit Dioptern (gleichfalls beſonderer Art.) oder (vergl. unten) mit einem Fernrohre am Quadranten ſelbſt feſt, und aus C, dem Mittelpuncte des Limbus ADB, ſpielt das Bleiloth CDP herab. Wird nun die Regel AC nach dem Sterne S, deſſen Abſtand vom Scheitel ZCS iſt, gerichtet, ſo gibt das Bleiloth* auf der Theilung des Limbus die Größe der Bögen AD, DB an, wovon jener das Maß des Winkels ACD = (ſeinem Scheitelwinkel) ZCS, des Zenithabſtandes, dieſer aber das Complement von jenem (zu 90°), mithin das Maß der Höhe des Sterns (Geſtirns) im betreffenden Vertical iſt. Dieſe

* Ich bitte um Vergleichung dieſer beiden Art. Höhe der Geſtirne und Mittagshöhe.

** Ich bemerke gleich, daß dieſes aſtronomiſche Inſtrument, welchem man ſonſt einen Hauptrang einräumte, ſeit der Einführung der ganzen Kreiſe (vergl. namentlich Mittagsfernrohr, S. 126 unten, gleichwie Multiplicationskreis, S. 199), beſonders auch deren Anwendbarkeit in andern Verticalen als dem bloßen Meridian, vorausgeſetzt, viel von ſeiner ehemaligen Wichtigkeit verloren hat, daher ich mich bei den Erörterungen darüber kürzer faſſen kann. — Die Betrachtung des Mauerquadranten, hinten, führt mich hierauf zurück.

* Eine große Inconvenienz dieſer Anwendung des Bleilothes entſpringt aus den localen Anziehungen, welche daſſelbe erleidet, und worüber ich mich im Artikel Gravitation, S. 714 flgd., weiter ausgelaſſen habe. In der Nähe eines Berges z. B. würden danach Höhenmeſſungen dieſer Art durch den Quadranten wenig Zutrauen verdienen.

Art der beweglichen Quadranten, als der beſonders in Frankreich angewendeten, findet ſich daher ausführlich beſchrieben bei Lalande („Astronomie.“ §. 2311 flgd. „Description du Quart-de-cercle mobile“).

Im anderen Falle (Fig. 2.) bleibt dagegen der Limbus, wenn nur zuvor der aus dem Mittelpuncte nach dem Anfange der Theilung führende Radius CB genau wagerecht gerichtet iſt (und ſich alſo der zweite, den Quadranten begrenzende Radius nunmehr ſtreng ſcheitelrecht findet), feſt* ſtehen; und es iſt dagegen eine um C bewegliche Regel DC mit den Dioptern angebracht, welcher man auch wohl den Namen der Alhidade (ich habe den Arabiſchen Urſprung des Wortes im betreffenden eigenen Art. nachgewieſen) beilegt. Dieſe wird nun im gegenwärtigen Falle nach dem Sterne S gerichtet, und gibt alsdann auf dem getheilten Limbus die Bögen AD und DB an, welche, wie im vorigen Falle, die Maße des Winkels ZCS und ſeines Complements, d. h. des Zenithabſtandes und der Höhe ſind. — Bei dieſer Art der Anwendung des Quadranten hat man den Vortheil, daß ſich an der Alhidade ein Nonius oder Vernier (ſ. d. A.) anbringen läßt, wodurch man die betreffenden Bögen leichter und bequemer in noch kleineren Theilen des Cirkels (Minuten, Secunden) angeben kann, als die Theilung des Limbus unmittelbar nachweiſt.**

An beiden Arten dieſer beweglichen Quadranten findet ſich insgemein auch noch ein horizontaler, am Geſtelle feſter Kreis mit gehöriger Theilung. Wenn dann derjenige Durchmeſſer dieſes Kreiſes, welcher durch den Anfang der Theilung geht, auf die Mittagslinie des Beobachtungsortes geſtellt wird, ſo gibt ein zugleich in der Ebene des Quadranten angebrachter Zeiger auf jener Theilung den Bogen an, um welchen letztere Ebene von der Mittagsebene abſteht; dieſer Bogen iſt demnach das Azimuth (vergl. d. A.) des Geſtirns, nach welchem der Quadrant eben gerichtet iſt, ſo daß man alſo Höhe und Azimuth durch eine einzige Beobachtung findet. Ein ſolcher horizontaler Kreis heißt daher der Azimuthalkreis, und der ganze damit verſehene Quadrant ein Azimuthalquadrant.

Der unbewegliche oder Mauer-Quadrant (aus dem Eingangs angeführten Grunde auch Quadrans *Tychonicus*), auf welchen ich, bevorwortetermaßen, nun übergehe, wird ganz an einer ſtarken, in der Mittagsebene errichteten „Mauer“ (daher ſein Name), und zwar ſo befeſtiget, wie ihn in Fig. 3 unſerer Tafel XII. die Nr. III.* zeigt, übrigens aber, gleich den beweglichen,

* Wohl zu merken, nur der „Limbus“ am Inſtrumente; das ganze Inſtrument ſelbſt iſt, wie geſagt, „beweglich“ (verſetzbar in jeden Scheitelkreis).

** Bei den vorauf beſchriebenen Quadranten, wo das Bleiloth den Theilſtrich bezeichnet, ſind zwar auch Hilfsmittel (z. B. Transverſal-Linien) zur weiteren Theilung (Abſchätzung) angebracht; ſie leiſten aber nicht ſo Genaues.

* Ich habe nämlich, da ich weiß, daß man hierbei oft Anſtand findet, um der Vorſtellung meiner Leſer zu Hülfe zu kommen, in der Figur 3, in welcher rh den Horizont, Z das Zenith, s das betrachtete Geſtirn, e das Auge des Beobachters, d die entſprechenden Winkel und C den gemeinſchaftlichen Mittelpunct des Quadranten und der Himmelskugel (ich komme gleich hierauf zurück) bedeuten, die drei angegebenen Aufſtellungen dieſes Inſtruments, mit Weglaſſung des Statives, unter I. II. III. nochmals beſonders bezeichnet; der bloße Anblick dieſer ganz einfachen Figur wird die Sache am deutlichſten machen.

Als gemeinſchaftlicher Mittelpunct des Quadranten und der Himmelskugel, wie ich eben mit Verweiſung hierher ſage, muß C aber betrachtet werden, da, woran ſo oft erinnert worden iſt, der Erdkörper in ſeiner ganzen Dimenſion gegen die überall unermeßlich (alſo überall gleich weit) entfernte Innerfläche der ſcheinbaren Himmelshohlkugel doch nur als ein, demnach in ihrer Mitte ſchwebender Punct (ihr „Mittelpunct“) erſcheint. Bloß durch dieſe Vorſtellung erhellt der eigentliche Sinn der oben beſchriebenen Meſſungen mit dem Quadranten.

in der beſchriebenen Art mit der ſolchergeſtalt jene Mittagsebene durchlaufenden Alhidade und einem Vernier verſehen, dient jedoch, nach Maßgabe dieſer Aufſtellung, natürlich nur für Mittagshöhen. Vor der Einführung der „ganzen Kreiſe," vorzüglich des Meridiankreiſes (vergl. d. A.), ward dieſer Mauerquadrant, wie ich ſchon vorn angedeutet habe, als das Haupt-Inſtrument der beobachtenden Aſtronomie angeſehen, und man gab demſelben oft einen Halbmeſſer von 8 bis 10 Fuß, um nur auch einen zu feineren Unterabtheilungen hinreichend großen Limbus zu erhalten. Zuerſt iſt dieſer „Mauerquadrant," wie geſagt, von Tycho, und zwar auf ſeiner Sternwarte zu Uranienberg* angewendet, und auch von ihm: „Astronomiae instauratae mechanica." Wandesburgi. 1598. Fol., beſchrieben. Tycho's Mauerquadrant war jedoch nur erſt von Holz, wogegen Hevel, der uns aus dem Art. Mond (S. 154) bekannte Danziger Aſtronom, ein ſolches Inſtrument mit großen Koſten aus Meſſing, wie angegebenermaßen noch jetzt geſchieht, und überaus ſauber verfertigen ließ (er hat daſſelbe: „Machinae coelestis. Pars prior." Gedani. 1673. Fol. ebenfalls ſelbſt beſchrieben). Den erſten Gebrauch der Fernröhre aber bei Höhenmeſſungen** mittelſt des „Quadranten" legt man dem (uns aus dem Art. Erde, S. 355, bekannten) Franzöſiſchen Geometer Picard bei, welcher ſie zwar nur bei beweglichen Quadranten angewendet hat, wonächſt ſie jedoch bald auf den hier betrachteten Mauerquadranten übergegangen ſind. — In ein weiteres Detail über dieſes Inſtrument laſſe ich mich, da daſſelbe, wie geſagt, jetzt durch die „ganzen Kreiſe" allermeiſtens verdrängt iſt, nicht ein; wer ein ſolches Detail verlangt, findet daſſelbe wieder bei Lalande: „Astronomie." §. 2328 flgd. „Description du Quart-de-cercle *mural*," wo auch noch einige mehrere hiſtoriſche und literariſche Notizen vorkommen, als ich im Laufe dieſes Vortrages über „Quadranten," welchen ich hiermit beſchließe, bereits beigebracht habe.

Quadratur, Quadratſchein, Geviertſchein; Quadratura, Adspectus quadratus; *Quadrature,* Opposition quadrate. Man gibt dieſen Namen derjenigen Stellung zweier (beliebigen) Geſtirne (Haupt- oder Nebenplaneten mit der Sonne, oder unter ſich, oder mit Fixſternen u. ſ. w.) gegen die Erde, in welcher ſich ihre (alſo geocentriſchen) Längen um den vierten Theil des Kreiſes, d. h. um 90° unterſcheiden.* Dieſe Stellung iſt eine von den Aſpecten, in welchem allgemeinen Artikel auf die gegenwärtige ſpecielle Auseinanderſetzung verwieſen wird.

Insbeſondere (vergl. d. Anmerk.) nennt man „Quadraturen" die Stellungen der oberen (ſ. unten) Planeten, in welchen ſie der (geocentriſchen) Länge nach um jene 90° von der Sonne abſtehen. In dieſen Stellungen (bei dieſer Längenverſchiedenheit) gehen dieſelben ungefähr** 6 Stunden nach oder

* Schloß auf der ſonſt däniſchen, jetzt ſchwediſchen Inſel Hween (Ween) im Sunde, wo Tycho (über welchen biographiſche Notizen im Art. Weltſyſtem vorkommen) ſeine Sternwarte hatte. Die Gebäude ſind jedoch von den Schweden geſchleift.

** Im Brennpuncte eines, am Quadranten angebrachten, die Ebene des Verticals durchlaufenden, ſolchen Fernrohres iſt nämlich (vergl. d. A. S. 449) ein Fadennetz angebracht, wovon der eine horizontal ausgeſpannte Faden genau durch den Mittelpunct des Geſichtsfeldes geht, und alſo die Höhe des Geſtirns für den Augenblick angibt, da ſich daſſelbe eben auf dem Faden befindet.

* Wo der Winkel, welchen die Geſichtslinien von der Erde nach beiden Geſtirnen (an der Erde) einſchließen, 90° beträgt. Die Elongation (vergl. d. A.) bezieht ſich zwar auch auf dieſen Winkel, aber abgeſehen von jener beſtimmten Größe der 90° und mit der Vorausſetzung, daß das eine Geſtirn eben die Sonne ſey, wogegen bei der „Quadratur" allgemein von „beliebigen" Geſtirnen die Rede iſt. — Dieſe beiden Puncte beſtimmen alſo den Unterſchied zwiſchen Quadratur und Elongation.

** „Ungefähr;" – denn damit dieß genau

vor der Sonne durch den Meridian, und ſind demgemäß entweder in der erſten oder in der letzten Hälfte der Nacht ſichtbar. Der Lauf der Erde um die Sonne hat dann in einer Richtung Statt, die (ziemlich) gerade vom Planeten weg oder gerade auf ihn zu führt, daher der ſcheinbare Ort dieſer Planeten durch die gleichzeitige Bewegung der Erde in ihrer Bahn dann am wenigſten afficirt wird.

Bei den untern Planeten (Mercur und Venus) hingegen können „Quadraturen," wie ſie alſo bei den oberen vorkommen, nicht eintreten, weil ſich dieſe beiden Planeten (vergl. Mercur, S. 93, und Venus) nie bis auf 90° (öſtlich oder weſtlich) von der Sonne entfernen * (weil der Winkel, den geocentriſche Geſichtslinien nach dem einen oder dem andern dieſer Planeten und der Sonne an der Erde, deren Jahresbahn die Bahn dieſer unteren Planeten umſchließt, wogegen ſie von den Bahnen der oberen eingeſchloſſen iſt, bilden, deßwegen nie auf 90° ſteigt.)

Beim Erdmonde nennt man „Quadraturen" oder Viertel (*Quadratures,* Quartiers) ebenfalls die Geſtalten, unter welchen er ſich an den Stellen zeigt, wo er der (erdſichtigen) Länge nach um 90° von der Sonne abſteht. In dieſen Stellen erſcheint der Mond als eine halbe Scheibe (Luna dichotoma), und der helle Theil iſt vom dunkeln (ſ. Mondphaſen) durch eine gerade Linie getrennt. Das erſte Viertel tritt beiläufig 7 Tage nach dem Neumonde ein; der zunehmende Mond geht dann nach der Sonne auf, iſt etwann um 6 Uhr Abends im Meridian, und (vergl. oben) demgemäß in der erſten Hälfte der Nacht ſichtbar, bis er gegen Mitternacht untergeht. Im letzten Viertel dagegen zeigt er ſich während ſeines Abnehmens, ungefähr 7 Tage nach dem Vollmonde, geht alsdann um Mitternacht auf und iſt daher in der letzten Hälfte der Nacht ſichtbar.

In Bezug auf die Fixſterne haben wir, wie ich ſchließlich aus dem Artikel Abirrung (S. 13) erinnere, nicht weniger diejenigen Stellungen „Quadraturen" genannt, in welchen dieſe Geſtirne Morgens oder Abends um 6 Uhr culminiren.

der Fall wäre, müßte nicht ſowohl die Verſchiedenheit der Länge, ſondern vielmehr der geraden Aufſteigung eben 90° betragen, indem nur auf einen ſolchen Bogen dieſer letzteren auch ſtreng 6 Stunden (6 . 15° = 90°) kommen. Die daraus entſpringende Zeitdifferenz beträgt indeß meiſtens nur ſehr wenige Minuten.

* Eine Zeichnung drei concentriſcher Kreiſe, davon der innerſte die Bahn eines unteren, des äußerſten eines oberen Planeten, des mittleren die Erdbahn um das gemeinſchaftliche Centrum der Sonne vorſtellen, und deren Entwurf ich den Leſern ſelbſt anheim gebe, macht die Sache gleich ganz augenſcheinlich.

R.

Radius vector; Rayon *vecteur* (der verewigte, von uns viel citirte Berliner Aſtronom Bürja [vergl. Gravitation, S. 698] gebraucht als deutſchen Ausdruck für Radius vector das nicht unpaſſende, jedoch weiter nicht in Gebrauch gekommene Wort „Träger"). So nennt man in der Theorie des Planetenlaufes und überhaupt bei Central-Bewegungen die aus dem Brennpuncte der elliptiſchen Bahn des Geſtirns nach deſſen Mittelpuncte (oder — ſ. wieder Gravitation, S. 697 — theoretiſch genauer, aus dem Mittelpuncte der Kräfte nach dem Schwerpuncte) des bewegten Körpers, d. h. nach dem jedesmaligen Bahnorte (vergl. unten), welchen derſelbe einnimmt, führende gerade Linie. Da z. B. die Erde um die Sonne in einer ſolchen elliptiſchen Bahn läuft, deren Brennpunct jener Centralkörper einnimmt, ſo heißt eine Gerade aus dem Sonnenmittelpuncte (aus dem — nochmals Gravitation, S. 705 — gemeinſchaftlichen Schwerpuncte des ganzen Sonnenſyſtems) nach dem Erdmit-

telpuncte (nach dem Schwerpuncte des durch die Erde und ihren Mond gebildeten Erdſyſtems) ein „Radius vector“ der Erdbahn. — Der „Radius vector“ gibt alſo die entſprechende jedesmalige Entfernung des betreffenden Planeten von der Sonne (des Geſtirns vom Kraftpuncte) an, welche demzufolge, ſo wie dieſer ſie ausdrückende Radius vector, der Natur der Ellipſe gemäß, von veränderlicher Größe, namentlich in der Sonnennähe am kleinſten (= der halben großen Axe — der Excentricität), in der Sonnenferne am größten (= der halben großen Axe + der Excentricität) iſt, zu beiden Endpuncten der kleinen Axe aber (ich hebe gerade dieſe vier Fälle nicht ohne Abſicht aus) den Mittelwerth hat (= der halben großen Axe ſelbſt iſt). Schon im Artikel Planetentafeln nämlich habe ich, mit Verweiſung hierher, die Relation zwiſchen dem „Radius vector“ (r), der halben großen Axe (a), der Excentricität (ae, wo e alſo den Excentricitätsbruch, das Verhältniß von ae zu a bedeutet) und der mittleren Anomalie (m) durch die Gleichung $r = a - ae \cdot \cos m$ angegeben, und wir wollen nun, unſerer Gewohnheit gemäß, dieſe Gleichung an den ausgehobenen vier ſpeciellen Fällen verificiren. Rechnet man aber von der Sonnennähe an, ſo iſt m dort = 0, cos m alſo = 1, und $r = a - ae$; in der Sonnenferne findet ſich $m = 180^0$, davon d. Coſ. = — 1, daher $r = a + ae$, wogegen an den beiden Endpuncten der kleinen Axe m (vergl. d. Anmerk., wenigſtens nahe) einmal = 90, das anderemal = 270^0, der Coſinus = 0 und r = a wird,* wie oben angegeben iſt; und welches dieſergeſtalt in der That die verlangte Probe gewährt. — Hier iſt demnach ſomit der „Radius vector“ unmittelbar aus der mittleren Anomalie abgeleitet, welches offenbar die Hauptaufgabe abgibt. Will man dagegen die Art, ſeine Herleitung aus der excentriſchen und wahren „Anomalie“ (vergl. letzteren Artikel) wiſſen, ſo ziehe man in Fig. 4. der Tafel XII. QN parallel mit dem Radius vector SM, wonächſt man (wegen der Aehnlichkeit der entſtehenden Dreiecke NQR und MSR) $SM : QN = RM : RN = CD : CK$ oder CN hat; hieraus kommt $SM : CD = QN : NC = \sin QCN : \sin CQN = \sin RCN : \sin RSM$, und endlich $\sin SMC : \sin NCS = CD : SM$; — und welches alſo lehrt, daß ſich der Sinus der wahren Anomalie (ASM = CSM) zum Sinus der excentriſchen Anomalie (NCA Supplement von NCS) verhält, wie die halbe kleine Axe (CD) zum Radius vector (SM).

Noch iſt vom „Radius vector“ nur zu bemerken, daß ſich, der zweiten Keplerſchen Regel (S. 908) gemäß, die Flächenräume, welche derſelbe bei der Bewegung des betreffenden Planeten beſchreibt, wie die Zeiten verhalten, in denen jene Flächen beſchrieben werden. — Schließlich aber füge ich als Worterklärung hinzu, daß man dem, nach dem (vgl. oben) Bahnorte eines Planeten führenden (dem „wahren“) Radius vector einen reducirten Radius vector („Distantia curtata“) entgegenſetzt, worunter man die aus der Sonne nach dem auf die Ekliptik reducirten Planetenorte (vergl. Heliocentriſch, S. 736) gedachte Gerade verſteht.

Rechtläufig; Directus; *Direct* (im Gegenſatze von rückläufig, vergl. d. Art.) nennt man die Bewegung eines Geſtirns, namentlich eines Planeten, *

* Gelehrtere Leſer könnten mir einwenden, daß die Gleichung eigentlich $r = a - ae \cdot \cos m - \frac{ae^2}{2} (\cos 2m - 1) - \ldots$ heiße. Sie werden ſich aber überzeugen, daß dieß zweite Glied in den obigen beiden erſteren Fällen 0 wird, indem $\cos 2 o = \cos 2 \cdot 180^0 = + 1$. Findet dieß dagegen in den beiden andern Fällen nicht eben ſo genau Statt, ſo iſt der Grund der, daß die Annahme, „die mittlere Anomalie der 90 und 270^0 trete eben an den Endpuncten der kleinen Axe ſelbſt ein“ (ſ. oben), auch nicht vollkommen genau iſt.

* Der in ſeiner Bahn um die Sonne laufende Planet ſcheint der gleichzeitig in ihrer Bahn um dieſelbe, in einer nämlichen Bewegung begriffene

wenn ſein ſcheinbarer Lauf unter den Fixſternen der Ordnung der himmliſchen Zeichen (ſ. Folge der Zeichen) folgt. Aus der Sonne, als dem wahren Mittel- (Brenn-) Puncte der Bewegung, erſcheint (iſt) die Bewegung aller Planeten, wie ſie wirklich geſchieht, ſtets „rechtläufig," gleichwie daſſelbe von der Bewegung der Nebenplaneten um ihren Centralkörper, und der Begleitſterne in den Doppelſternſyſtemen (ſ. Fixſterne, S. 566) gilt. Unter den Kometen dagegen (vergl. d. A. gleich Eingangs und S. 965) gibt es in der That viele, deren Lauf nach der entgegengeſetzten Richtung erfolgt (die, ſelbſt aus der Sonne betrachtet, „rückläufig" ſind), welche Ausnahme von der obigen, ſonſt allgemeinen Regel eben einen der Hauptunterſchiede dieſer merkwürdigen Weltkörper von den übrigen conſtituirt.

Wenn aber der Planet, von der Erde geſehen, hiernach zu manchen Zeiten auch „rechtläufig" erſcheint, wie er es alſo, aus der Sonne betrachtet, wirklich ſtets iſt, ſo folgt doch daraus noch nicht, daß deßhalb dieſe geocentriſche „rechtläufige" Bewegung dann dem wahren „rechtläufigen" heliocentriſchen Planetenlaufe völlig entſpreche. Die Sonne befindet ſich ruhend im Centralpuncte des Syſtems; die Erde iſt, gleich dem Planeten, im Umlaufe um dieſelbe begriffen; — und man ſieht alſo ohne weiteres ein, daß ihre Bewegung ſich immer mit der Bewegung des Planeten combinirt, und letztere alſo auch immer anders erſcheinen läßt, als ſie es, wie geſagt, heliocentriſch wirklich iſt. Ein Beiſpiel hiervon habe ich im Art. Jupiter, S. 825, beigebracht; wenn aber auch dieß von den Leſern zur Verſinnlichung nicht hinreichend befunden werden ſollte, ſo rathe ich, wie ſchon l. c. vorgeſchlagen iſt, ſich einen größeren, und in demſelben concentriſch einen kleineren Kreis zu zeichnen, den erſteren, um im gewählten Beiſpiele zu bleiben, vom Jupiter mit einer etwann 12 Mal geringeren Geſchwindigkeit, als den letzteren von der Erde durchlaufen zu laſſen, und dabei die, während der „Rechtläufigkeit" eintretenden heliocentriſchen mit den geocentriſchen Himmelsſtellen zu vergleichen. Der eigene Entwurf dieſer leichten Zeichnung, welchen ich ſchließlich ſehr empfehle, wird den ganzen Vorgang der combinirten Bewegung der Erde und eines zweiten Planeten, mit den oben angedeuteten Folgen davon, in das beſte Licht ſtellen.

Rectascenſion, ſ. Aufſteigung, gerade.

Reduction auf die Ekliptik; Reductio ad Eclipticam; *Réduction à l'Écliptique.* Verſinnlichen wir uns, um zu einem deutlichen Begriffe von demjenigen, was hier erklärt werden ſoll, zu gelangen, Fig. 5. der Tafel XII., einen Planeten P, und deſſen gegen die Ekliptik KE geneigte Bahn KP; dieſer Planet ſey jetzt durch ſeinen aufſteigenden Knoten (ſ. d. A.) K gegangen, und erhebe ſich von da an über jene Ebene der Ekliptik, über welcher er eben den Bahnort P erreicht haben ſoll, ſo denkt man ſich von dieſem Bahnpuncte P einen Perpendikel PE auf ſelbige Ebene, welcher darin (in der Ekliptik ſelbſt, von der ihre Ebene als dort begrenzt angenommen wird) den (vergl. Heliocentriſch, S. 736) auf die Ekliptik „reducirten" Planetenort E angibt; dabei entſteht, wie man ſieht, das bei E rechtwinklige ſphäriſche Dreieck KPE, in welchem der Winkel K die (bekannte) Neigung der Planetenbahn gegen die Ekliptik, KP das (ebenfalls bekannte) Argument der Breite, KE aber den (geſuchten) Abſtand des (reducirten) Planeten(ortes) vom Knoten, auf der Ekliptik (im Bogen der Ekliptik) gerechnet, bezeichnet; der Unterſchied zwiſchen jenem Argument der Breite und dieſem Abſtande (KP — KE) iſt (vgl. wieder Heliocentriſch, S. 738) die „Reduction auf die Ekliptik," deren Begriff ich hier erklären ſollte.

Nun gibt aber der vorliegende ſphäriſche Triangel $r : \tang KP = \cos K : \tang KE$, d. h. der Radius iſt zur Tangente des Arguments der Breite, wie der Coſinus der Neigung zur Tangente des Abſtandes des reducirten Plane-

Erde bald recht-, bald rückläufig, bald ſtationär (ſ. auch letzteren Art).

lenortes (in der Ekliptik) vom aufſteigenden Knoten; und man hat alſo die „Reduction auf die Ekliptik," indem man den alſo gefundenen Bogen KE von dem gegebenen KP abzieht. Dabei iſt jedoch zu bemerken, daß dieſe „Reduction auf die Ekliptik" nur ſo lange, als AP noch nicht volle 90° beträgt, d. h. alſo im 1ſten Quadranten davon ſubtrahirt, im 2ten Quadranten aber vielmehr dazu addirt werden muß, und daß ſich dieß gegenſeitig eben ſo im 3ten und 4ten Quadranten, in welchem letzteren der Planet den abſteigenden Knoten erreicht, verhält,* indem der zwiſchen den beiden Knoten enthaltene Bogen der Bahn ſowohl als der Ekliptik gleich ſehr 180° hält, ſo daß der Betrag einer früheren Subtraction durch den der folgenden Addition nothwendig compenſirt werden muß.

Den Nutzen dieſer „Reduction auf die Ekliptik" weiſt nun ferner und ſchließlich der angezogene Art. Heliocentriſch l. c. nach, allwo gelehrt wird, den Bahnort eines Geſtirns in Länge und Breite, alſo mit Bezug eben auf die Ekliptik, erſt ſonnenſichtig und zuletzt dann in der nämlichen Art erdſichtig anzugeben.

Reduction auf den Meridian; **Reductio ad Meridianum;** *Réduction au Méridien.* Ich habe, namentlich im Art. Polhöhe, s. f. angeführt, daß man Mittel beſitze, aus Zenithdiſtanzen eines Geſtirns, welche kurz vor oder nach der Culmination deſſelben genommen ſind, die Zenithdiſtanz im Meridian ſelbſt oder alſo die Mittagshöhe, als Complement dieſer letzteren, und dieſergeſtalt eben die „Polhöhe" (geographiſche Breite) abzuleiten. In jenem Artikel iſt auch die Nothwendigkeit dieſes Verfahrens beſonders für den Seefahrer nachgewieſen, welcher die Polhöhe fortwährend zu ermitteln hat, und oft durch eintretendes trübes Wetter oder andere Umſtände an ſolchen Meſſungen im Meridian, deſſen Richtung auf dem Meere ohnedieß nur nach dem Compaß beſtimmt werden kann, verhindert wird. Dieſes Verfahren belegt man nun, wie l. c. mit Verweiſung wegen des Details hierher anticipirend bemerkt worden, mit dem obigen Namen der „Reduction auf den Meridian." Zur Ausführung deſſelben wird jedoch erfordert, daß man die Polhöhe bereits beiläufig abſchätzen könne, und ſie nur genauer haben wolle, gleichwie daß nicht weniger der Culminationsmoment des betreffenden Geſtirns (aus der auf die, alſo auch als bekannt vorausgeſetzte Länge zur See — vergl. d. A. — gebrachte Zeitangabe des Schiffskalenders) bekannt ſey.

Iſt aber ſolchergeſtalt dieſe Zeit der Culmination eines Himmelskörpers auf der See genau bekannt, ſo kann man alſo aus einer Höhenmeſſung deſſelben kurz vor oder nach ſeiner Culmination (nur nicht zu viel über 10 Min. Zeit) die Mittagshöhe mit hinlänglicher Genauigkeit auf folgende Art berechnen: Es ſey die ungefähre Polhöhe des Schiffs $= \varphi$, die Abweichung der Sonne δ; die Höhe werde n Minuten vor der Culmination genommen, ſo iſt die Höhen-Veränderung in Secunden während einer Minute Zeit:

$$\frac{1{,}96348^{*}\ \text{Coſ.}\ \varphi\ \text{Coſ.}\ \delta^{**}}{\text{Sin.}\ (\varphi \mp \delta)}$$

— gilt für nördl. } Abweich.
+ gilt für ſüdl. }

Dieſer Quotient, mit n^2. multiplicirt, gibt die Höhenveränderung bis zur Cul-

* Es kommen, wie ich noch bevorworten muß, in der rechnenden Aſtronomie auch Fälle vor, in denen man umgekehrt AP aus AE ſucht („Reduction auf die Ebene der Bahn"; *Réduction au plan de l'orbite*, — wie Lalande „Aſtronomie." §. 1296. ein ſolches Beiſpiel beibringt); in dieſen Fällen muß, wie man gleich einſieht, aus der obigen Subtraction eine Addition, und aus der Addition eine Subtraction werden.

* Eine Minute Zeit iſt $= 15' = 900''$ im Bogen, und eine Secunde beträgt in Theilen d. Halbmeſſers $1 = 0{,}0000048481 = e$. Nun muß das Doppelte des Quadrats der Hälfte von 900″ mit e multiplicirt werden. Alſo $2.\,(450)^2.e$ und dieß gibt im Product 1,96348.

** φ und δ brauchen nur bis auf einige Minuten bekannt zu ſeyn.

mination, und damit die Meridianhöhe und die genauere Polhöhe. Z. B.* Ein Seefahrer hat den 24ſten Aug. 1806 unter der beiläufig geſchätzten nördlichen Polhöhe von 46° 30′, da die Abweichung der Sonne nach den Ephemeriden unter dem Meridian des Schiffs 11° 14′ 10″ nördl. war, 7′ 10″ vor Mittag den wahren Zenithabſtand der Sonne 35° 20′ oder die Höhe derſelben 54° 40′ beobachtet. Wie viel war dieſe Höhe von der Mittagshöhe verſchieden?

$\varphi = 46° 30'$ — — — Log. Coſ. 9 . 837812,
$\delta = 11° 14'$ — — — Log. Coſ. 9 . 991599,
1,96348 = Log. 0 . 293026,
0 . 122437,
$\varphi - \delta = 35° 16'$ Log. Sin. . 9 . 761464,
Höhenveränderung in 1′ = 2″, 3 = 0 . 360973.

Dieſe mit $(7' 10'')^2 = (7' 2)^2 = 51' 8 = n^2$ mult., gibt 1′ 59″, um welche die 7′ 10″ vor der Culmin. beobachtete Höhe kleiner war, als die Mittagshöhe; ſie werden alſo zu jener addirt, und geben 54° 40′ + 1′ 59″ = 54° 41′ 59″ = der Mittagshöhe. Nun war an dieſem Tage unter dem
Meridian des Schiffs die Abweichung der ☉ . . . . . .
— 11° 14′ 0″ ſubtrahirt, gibt die Höhe des Aequators . . . .
43° 27′ 59″ und damit die richtigere geogr. Breite
46° 32′ 1″ nördl. — Bei dieſen Vorſchriften iſt die Veränderung der Abweichung der Sonne vom Augenblick der Höhenmeſſung bis zu Mittag außer Acht gelaſſen, da ſolche nur wenige Secunden in der Mittagshöhe ändert, die auf der See nicht zu beobachten ſind.**

Die Formeln zu einer noch ſtrengeren Behandlung ſchließlich beſonders bei Delambre (dem uns bereits bekannten Franzöſiſchen, 1822 zu Paris verſtorbenen Aſtronomen) „Astronomie théorique et pratique.“ Paris. 1814. 3 B. gr. 4. II. 246. — Bei der großen praktiſchen Wichtigkeit des Gegenſtandes habe ich dieſe Ausführlichkeit der Darſtellung für angemeſſen erachtet. — Von den übrigen vielfachen allgemeinen Anwendungen des Ausdruckes „Reduction“ in der Aſtronomie brauche ich hier nicht beſonders zu handeln.

* Ich finde dieſes Beiſpiel in meinen Materialien und auch in Bode's (des verewigten Berliner Hofaſtronomen) Sternkunde.“ 3. Aufl. Berlin. 1808. 2 B. 8.

** Uebrigens wird auch noch dieſe geringe Verbeſſerung der auf obige Art berechneten Mittagshöhe gefunden, wenn man dazu vom 21ſten Dec. bis 21ſten Jun. bei vormittägiger oder vom 21ſten Juni bis 21ſten Dec. bei nachmittägiger Höhe, das Product n. Veränderung der Abw. in 1 Minute, addirt, und ſelbiges, in den 6 erſten Monaten bei nachmittägiger und in den 6 letzten bei vormittägiger Höhe davon ſubtrahirt.

Reflector im Gegenſatze von Refractor, ſ. Fernrohr, S. 420, wo dieſer Unterſchied zwiſchen den, die Lichtſtrahlen bloß „reflectirenden“ Spiegel-Teleſkopen und den dieſelben dagegen brechenden („*réfracter*“) gewöhnlichen Fernröhren gründlich auseinander geſetzt wird.

Reflexion, ſ. Zurückwerfung.

Refraction, ſ. Strahlenbrechung, aſtronomiſche.

Regen; und

Regenbogen; Iris, Arcus coelestis; *Arc-en-ciel.* Ich führe dieſes letztere ſchöne, in ſeiner uns bekannten Geſtalt ſpecieller in die Meteorologie der Erde gehörige Meteor hier nur Behufs der Bemerkung an, daß daſſelbe ſeiner Natur nach nicht auf dieſen Planeten Erde eingeſchränkt ſeyn kann, ſondern vielmehr auf allen Planeten angenommen werden muß, auf denen ein „Regen,“ und alſo auch eine „von den Sonnenſtrahlen beſchienene Wand von Regentropfen“* ver-

* Bekanntlich nämlich wird der „Regenbogen“ durch Newton aus einer ſolchen

muthet werden darf. Da wir nun namentlich auf dem Mars (S. 77) Schnee nachgewieſen haben, wobei der „Regen“ doch natürlich eingeſchloſſen iſt, ſo wird man für dieſen Planeten auch den „Regenbogen“ zugeben. Vom Jupiter (S. 830) gilt Aehnliches; — auf Betrachtung des „Regenbogens“ unter dieſem Geſichtspuncte planetariſcher Analogie beſchränke ich mich aber hier.

Repetitionskreis, ſ. Multiplicationskreis, S. 199, wo der Grund dieſes doppelten Namens für Ein und daſſelbe Inſtrument nachgewieſen wird.

Retrograd, ſ. Rückläufig.

Revolution, Umlauf; * Revolutio, Circuitus, Periodus; *Révolution*. Mit dieſem Namen belegt man bei Central-Bewegungen (vergl. d. A.) den Fortgang des bewegten Körpers von einem Puncte ſeiner krummlinigen Bahn bis wieder zu eben demſelben Puncte, demgemäß alſo hierbei immer eine ſolche Curve (eine „geſchloſſene“) vorausgeſetzt wird, welche in ſich ſelbſt zurückgeht. So machen die Planeten und Kometen ** elliptiſche „Revolutionen (Umläufe) um die Sonne, als den Centralpunct dieſer Centralbewegung; die (Trabanten) Nebenplaneten (Monde, vergl. unten) verrichten dergleichen um ihre Hauptplaneten; die Begleitſterne in den Doppelſtern-Syſtemen um den Centralſtern. Durch „Revolution“ bezeichnet man demnach den Umlauf eines Himmelskörpers um ſeinen Centralkörper (z. B. den „Umlauf“ des Planeten Erde in ſeiner Jahresbahn um die Sonne), wogegen ſich der Ausdruck Rotation (vergl. nochmals den beſond. Art.) auf die Axendrehung (mit Anwendung des nämlichen Beiſpieles auf die tägliche * Umdrehung der Erdkugel um ihre Axe) bezieht.

Von der Verbindung dieſer beiden Bewegungen, der Rotation mit der „Revolution,“ der rotatoriſchen mit der progreſſiven, zuvörderſt, habe ich namentlich ſchon im Art. Bahnen, S. 105, gehandelt; unſere Erdkugel z. B., gleich jedem anderen Planeten, verhält ſich bei dem Umlaufe (der Revolution) um die Sonne, in jener Verbindung mit der Axendrehung, wie eine in runder Bahn dahin rollende, und ſich dabei alſo zugleich immer um ſich ſelbſt drehende Kegelkugel; ich weiß für die verbundene Revolutions- und Rotations-Bewegung der Hauptplaneten um die Sonne kein vollkommener entſprechendes Gleichniß zu wählen. Dagegen paßt daſſelbe nicht ſo gut auf die Umlaufsbewegung (Revolution) der Nebenplaneten um ihre Hauptplaneten, weßhalb ich auch oben zu „Mond“ „vergl. unten“ geſchrie-

„Wand von Regentropfen, von denen die, unter einem gewiſſen Winkel darauf fallenden Sonnenſtrahlen mit Farbenzerſtreuung in Bogenform reflectirt werden,“ auf das glücklichſte erklärt. Mit Bezug auf dieſe Erklärung beſingt, wie manche Leſer hier vielleicht gern erwähnt finden, Thomſon das prächtige Phänomen in den „Seasons,“ von denen der wackere Schleſiſche Dichter Hugo von Rothkirch eine gelungene Ueberſetzung lieferte, in welcher beſonders die den Regenbogen betreffende Stelle ſehr ſorgfältig bearbeitet iſt.

* Oft findet man nämlich dieſen Gegenſtand wirklich nur unter dem letzteren Namen behandelt; in der neueren Aſtronomie iſt es indeß gewöhnlicher, „Umlauf“ und „Umdrehung“ einander mit den Namen der Revolution und Rotation (ſ. letzten Art.) entgegenzuſetzen. Dagegen werde ich ſprachgebräuchlicher „Umlaufszeit“ (vergl. auch dieſen Art.) ſagen.

** Die Leſer könnten ſich hierbei durch den oft vorkommenden Ausdruck einer „paraboliſchen Kometenbahn“ irren laſſen. Allein ich habe ſchon im Art. Bahnen, S. 92 und 96, bevorwortet, daß die Bahnen aller Himmelskörper unausnamentlich Ellipſen ſind, und daß man bei Berechnung der Kometenbahnen die Parabel (dieſe nicht „geſchloſſene“ Curve) nur als eine, lediglich zur Erleichterung der Rechnung dienende Fiction anwendet.

* Sprachliche Bemerkung: Im Franzöſiſchen ſteht dafür oft „*révolution* diurne,“ obwohl genauer „rotation“ geſagt ſeyn ſollte.

ben habe. Unſer Mond (S. 151) z. B. rotirt bei der progreſſiven Bewegung um die Erde nicht zugleich um ſeine Axe: ſeine Kugel verhält ſich dabei nicht wie eine „rollende,“ ſondern vielmehr nur wie eine gleitende; und daſſelbe gilt von allen Nebenplaneten (S. 217), und gibt den unterſcheidenden Charakter der progreſſiven („revolutoriſchen,“ wenn ich ſo ſagen darf) Bewegung der Haupt-planeten und Nebenplaneten ab. Von den Kometen wiſſen wir in dieſem Bezuge Nichts; von den Sternſatelliten, als Sonnen, iſt es aber, da unſere Sonne (vergl. d. Art.) eine rotatoriſche Bewegung hat, wahrſcheinlich, daß ſie, ihrer Eigenſchaft als Trabanten (als Nebengeſtirne) unerachtet, doch eine rotatoriſche mit der Revolutions-Bewegung verbinden.

Jene Revolutions-Bewegung, namentlich der Planeten, hiernächſt ſelbſt angehend, ſo anticipire ich in dieſem Bezuge aus (vergl. d. Anmerk.) Umlaufszeit, daß, wenn man nur die (durchſchnittliche) tägliche Bewegung a eines Planeten kennt, man die ganze Umlaufszeit T (die Zeit, in welcher bei dieſer Centralbewegung die vollen 360 Grade um den Centralpunct beſchrieben werden) alsbald finden kann, indem, ſo wie $a = \frac{360^\circ}{T}$, eben ſo $T = \frac{360}{a}$, wo a demnach in Graden, T in Tagen angenommen iſt. Für die Erde (Sonne, auf welche man — vergl. d. A. — die Bewegung überträgt) z. B. hat man in Bezug auf die Fixſterne $a = 0^\circ{,}985609$, * und demzufolge $T = \frac{360^\circ}{0^\circ{,}985609} = 365{,}256384$ Tage. ** Dabei iſt nun aber zu bemerken, und dahin hat dieſe Anticipation auch vorzüglich nur führen ſollen, daß diejenigen Puncte der „geſchloſſenen“ Bahn, welche ich oben als Puncte der Rückkehr für die in der Revolutions-Bewegung darin begriffenen Planeten bezeichne (wie z. B. die Nachtgleichenpuncte), ſelbſt wieder bewegliche ſeyn können; — und daher entſpringen dann die verſchiedenen Arten von „Revolutionen“ (von Jahren, wie ich ſie in dieſem Artikel namentlich für den Planeten Erde nachweiſe), welche meinen Leſern unter dem Namen der ſideriſchen, tropiſchen u. ſ. w. ſchon bekannt ſind. Die einfachſte und darum auch gleich hervorgehobene dieſer Revolutionen iſt eben dieſe voranſtehende ſideriſche, d. h. die Rückkehr des Planeten zum nämlichen, als ganz unbewegt angenommenen Fixſterne * (Sidus), und bei welcher alſo unter dieſer Vorausſetzung eine ſolche Beweglichkeit des Punctes der Rückkehr nicht eintritt; und dieſe iſt nun, wie geſagt, die erwähnte, deren Dauer wir für den Planeten Erde = 365 T. 6 St. 9′ 11″ = 365,256384 T. gefunden haben. Von dieſer „ſideri-

* Ich gebe hier a in Decimaltheilen des Grades, ſtatt, wie gewöhnlich, in Minuten und Secunden. In letzteren beträgt die (durchſchnittliche) tägliche Bewegung der Erde
$\left(\frac{360^\circ}{365\,^1/_4 \text{ Tage}} = \text{nahe}\right)$ 59′ 8″ = 3548″; man hat aber in der That 3600″ : 1° = 3548″ : 0°,9856, wie oben. Die neueſte Aſtronomie findet dieſen Ausdruck durch Decimalen bequemer.

** Im Art. Jahr, S. 800, iſt die Dauer der ſideriſchen „Revolution“ der Erde zu 365 T. 6 St. 9′ 11″ angegeben, demgemäß 9′ 11″ = 0,006384 Tag ſeyn müßten. Die Leſer mögen die Rechnung ſelbſt machen, indem Sie nach Anleitung der voraufgehenden Anmerkung wieder ſagen 24 . 3600″ : 1 Tage = (9 . 60″) + 11″ : 0,006384 Tagen; das Facit wird vielleicht um einige Secunden, um welche noch Ungewißheit über jene Dauer herrſcht (alſo in den letzten Decimalen) nicht genau ſtimmen. — Dieſe Bevorwortung gilt übrigens auch für die voraufgehende und folgende Anmerkung.

* Der frei im Raume (im Univerſum) ſchwebende Planet beſchreibt ſeine Bahn eben ſo frei in dieſem Raume; wir verſetzen dieſelbe aber daraus an die Innerfläche der eingebildeten Himmelshohlkugel, wo ſie uns alſo durch die dort gleichſam angehefteten Fixſterne zu gehen ſcheint, welche demnach Bahnpuncte ſelbſt abgeben. — So muß die Sache, wie ich ſchon öfters empfohlen habe, eigentlich aufgefaßt werden.

ſchen" Revolution, dieſer Rückkehr des Planeten zu einem Bahnpuncte, welcher (vergl. d. Anmerk.) durch einen als unbeweglich angenommenen Fixſtern repräſentirt wird, unterſcheiden ſich ſodann aber, eben wegen der Beweglichkeit der Puncte, auf welche ſie ſich beziehen, die tropiſche* (auch periodiſche) und die anomaliſtiſche „Revolution," unter welcher erſteren man die ſchon oben erwähnte Rückkehr eines Planeten (zu den Nachtgleichen überhaupt oder beſtimmter) zum „Frühlingspuncte" (vergl. d. A.) verſteht, wogegen der letzteren dieſe Rückkehr zum Perihelium zu Grunde liegt.

Bei den Kometen (S. 934) und Begleitſternen (ſ. Fixſterne, S. 566) iſt nur von Einer Art von „Revolution," nämlich von der Rückkehr zum geringſten Abſtande vom Centralkörper (alſo von einer „anomaliſtiſchen" Revolution) die Rede. Hinſichtlich des (Erd-) Mondes dagegen wird (vergl. d. A. Monat), außer der ſideriſchen, tropiſchen und anomaliſtiſchen „Revolution," wie die Ausdrücke oben erklärt ſind, auch noch eine (Drachen-, draco) drakoniſche (Rückkehr zum aufſteigenden Knoten) und ſynodiſche „Revolution" (Wiedereintritt des Vollmondes) betrachtet.

Alle dieſe verſchiedenen Arten von Revolutionen laſſen ſich übrigens, wie man auch leicht einſieht, bei vorausgeſetzter Kenntniß des Maßes der Bewegung der beweglichen Puncte (Nachtgleichen, Apſiden u. ſ. w.), nach denen ſie ſich regeln, und im Vergleiche zum ſideriſchen, als unveränderlich angenommenen Umlaufe, ihrer Zeitdauer nach, leicht auseinander herleiten. Dieſe Herleitung habe ich aber gleich Eingangs dem beſondern Art. Umlaufszeit vorbehalten; die Sache ſelbſt, abgeſehen von einer ſolchen gegenſeitigen Herleitbarkeit, iſt hier mit einer, für unſere Zwecke hinreichenden Ausführlichkeit abgehandelt, und ich beſchließe alſo den gegenwärtigen Vortrag über „Revolution" ſelbſt damit.

Rhumb; Rhombus; *Rumb de vent.* Mit dieſem Namen bezeichnen die Seefahrer (vergl. Compaß, S. 194) die Weltgegenden ihres (Schiffs-) Ortes, d. h. die Linien aus dem jedesmaligen Orte des Schiffes nach den 32 Puncten (ſ. Weltgegenden, Windroſe) der gewöhnlichen Eintheilung des Horizonts; dieſe Linien werden von den auf den Seecharten (vergl. Landcharte, S. 38) angebrachten „Windroſen" aus über die ganze Charte verlängert (die Anſicht einer ſolchen Charte zeigt es am beſten). Und da nach den l. c. und im Art. Loxodromie entwickelten Principien die Meridiane ſolcher Seecharten mit einander parallel laufen, ſo hat dieſer Parallelismus nicht weniger auch für die Linien aller übrigen gleichnamigen „Rhumben" Statt, ſo daß demnach ein mit der Linie eines beliebigen Rhumbs parallel gelegtes Lineal an allen Stellen der Charte eben denſelben Rhumb zeigt.

Sonſt heißt Rhumb aber auch der Bogen des Horizonts zwiſchen zwei zunächſt neben einander liegenden Weltgegenden, z. B. zwiſchen Nord und Nord-gen-Weſt, oder alſo der 32ſte Theil des Umkreiſes. In dieſer Bedeutung ſagt man, „die Richtung des Schiffes oder Windes ändere ſich um ½ Rhumb, um 1, 2 Rhumben. Jeder Rhumb beträgt aber $\left(\frac{360}{32} =\right) 11\frac{1}{4}$ Grad.

Ring (Ringe) des Saturn, ſ. letzteren Artikel.

Ringkugel, Armillarſphäre; Sphaera armillaris; *Sphère armillaire* (auch das „Astrolabe" des Ptolemäus, wie es Lalande „Astronomie." §. 2275. beſchreibt, gehört hierher). Man verſteht

* Ich habe, Behufs dieſer Vergleichung der auf einen ſolchen unbeweglichen und einen beweglichen Punct bezogenen „Revolution," oben die Dauer des ſideriſchen Erdjahres, nämlich . . . . 365 T. 6 St. 9' 11" = 365,256384 T. angegeben; das tropiſche beträgt . 365. 5. 48. 51 = 365,242254.
daher der Unterſchied . . . . . „ „ 20' 20" = 0,014130,
eben die Beweglichkeit des betreffenden Bahnpunctes bezeichnet.

hierunter ein aſtronomiſches Werkzeug, welches aus verſchiedenen Reifen oder Ringen („armillis“) zuſammengeſetzt iſt, die die von der ſphäriſchen Aſtronomie an der ſcheinbaren Himmelshohlkugel angenommenen Kreiſe: den Aequator, die Ekliptik u. ſ. w. im Kleinen nachahmen. Die „Ringkugel“ hat gleiche Abſicht mit der künſtlichen Himmelskugel (ſ. d. A.), nämlich ein Modell des ſcheinbaren Himmels abzugeben; der Unterſchied beider Inſtrumente beſteht nur darin, daß die Himmelskugel maſſiv iſt und daher auf ihrer Oberfläche auch die Sternbilder enthalten kann, wogegen die Ringkugel, wie geſagt, nur die Kreiſe hat. Sie gewährt aber hinwiederum den großen Vortheil, in das Innere ſehen zu laſſen, wodurch die Vorſtellung von jenen Kreiſen an der hohlen Kugelfläche erleichtert wird, eine Erleichterung, welche man noch mehr unterſtützt, indem man (wenigſtens oft) im Mittelpuncte der concentriſchen Ringe eine kleine Erdkugel anbringt.

Die alten Aſtronomen gebrauchten ſolche Ringe oder Armillen* zu wirklichen Beobachtungen, wie ich davon im Art. Länge der Geſtirne, S. 6, ein inſtructives Beiſpiel angeführt habe; die Ringe wurden dazu in die entſprechende Lage der Kreiſe am Himmel, z. B. der Ekliptik, gebracht und das Auge in ihren Mittelpunct geſtellt. Auf dieſe Art maßen (l. c.) die Alexandriniſchen Aſtronomen Längen und Breiten** der Geſtirne vermittelſt der „Zodiakal-“ (von „Zodiakus,“ Thierkreis, welcher — vergl. d. A. — die „Ekliptik“ bekanntlich in ſeiner Mitte hat) Armillen (ſ. d. beſondern Art.); da es aber ſehr ſchwer war, dieſe Ringe in der Stellung der (vergl. Neunzigſter) ihre Lage über dem Horizonte allaugenblicklich ändernden Ekliptik zu erhalten, ſo wandte Tycho de Brahe hernach Aequatorial-Armillen an, und welche ihn alſo, wie ich ebenfalls l. c. auseinander geſetzt habe, vielmehr gerade Aufſteigungen und Abweichungen bequemer meſſen, Länge und Breite aber daraus nur rechnend ableiten ließen.

In ihrer heutigen Geſtalt zeigt Fig. 1. der Tafel XIII. die „Ringkugel;“ und ich laſſe, wiewohl ich eine ſolche „Sphaera armillaris“ auf den Studiertiſchen aller meiner Leſer annehmen müßte, eine Beſchreibung davon folgen, indem manche nützliche Bemerkung daran anzuknüpfen ſeyn wird.

Der Horizont AB einer ſolchen Ringkugel ruhet nämlich auf dem Fußgeſtell, und auf ihm ſteht ſenkrecht der Meridian RDZM, welcher, wie bei der künſtlichen Himmelskugel, in zwei Einſchnitten des Horizonts und einem Einſchnitte des Geſtells verſchiebbar iſt, ſo daß man andere Puncte deſſelben in das Zenith Z bringen kann. Dieſe beiden Kreiſe machen die unbewegliche Sphäre aus. — Ich bitte, dieſen ſchon im Art. Himmelskugel, S. 760, hervorgehobenen Unterſchied zwiſchen der „unbeweglichen“ und der gleich folgenden „beweglichen“ Sphäre, als eine der angedeuteten Bemerkungen, wohl in das Auge zu faſſen.

* Von dieſen, alſo zu wirklichen Beobachtungen eingerichteten „Armillen“ („Ringkugeln“) muß jedoch die berühmte Armilla des Archimedes unterſchieden werden, welche, wie ich in meinen Collectaneen mit Bezeichnung des Epigr. 3. des Claudian, als Quelle, finde, vielmehr ein, in einer Glaskugel enthaltenes, die planetariſchen Bewegungen nach damaliger Annahme vorſtellendes Weltſyſtem war.

** Sie ſtellten nämlich — um das Wie? dieſer Art von Meſſung noch augenſcheinlicher zu machen — den Aequator und die Ekliptik ihrer „Ringkugel“ ſo, wie es dem Augenblicke der Beobachtung gemäß war, und richteten dann einen um die Pole der Ekliptik drehbaren, mit Dioptern verſehenen Kreis nach dem betreffenden Geſtirne; alsdann gab der Punct, wo dieſer bewegliche Kreis in die Ekliptik einſchnitt, die Länge, und der Abſtandsbogen auf demſelben die Breite. — Die Lage des Aequinoctialpunctes gegen einen Fixſtern mußte dann an den Nachtgleichentagen durch Beobachtung der dann im Aequator ſtehenden Sonne beſtimmt ſeyn, wobei alſo die Kenntniß der Aequatorshöhe des Beobachters vorausgeſetzt war.

Die „beweglichen“ Kreiſe oder Ringe hiernächſt bilden mit einander eine Verbindung oder eine Art von Geſpärr, welches ſich um die (und mit der) Axe PR drehen läßt. Dieſe Linie ſtellt die Weltaxe vor, P und R geben deren beiden Pole ab. Man ſieht in der Figur vier größte Kreiſe: den Aequator, die Ekliptik und die beiden Koluren; die Ekliptik iſt in derjenigen Stellung verzeichnet, in welcher der Kolur der Sonnenwenden mit dem Mittagskreiſe coincidirt, der Kolur der Nachtgleichen demnach aber im Horizonte den (wahren) Morgen- und Abendpunct trifft. Dieſelbe iſt aber dabei nicht, wie die übrigen Kreiſe, durch einen bloßen Ring repräſentirt, ſondern ſie iſt mit der, uns aus dem Art. Ekliptik, S. 297, bekannten Theilung in Zeichen und Grade auf die Mitte einer Zone von Meſſingblech gezeichnet, welche in der gehörigen Schiefe (der Ekliptik ſelbſt) um die ganze Kugel herum geht, gegen 18 Grad breit iſt, und den „Thierkreis“ (in deſſen alſo beſtimmter Ausdehnung die Geſtirne unſeres Syſtems meiſtens alle anzutreffen ſind) vorſtellt. Auf dieſer Zone hat man demnach wenigſtens denjenigen Theil der Himmels-Kugelfläche ganz vor Augen, wo ſich die Sonne, der Mond, die Planeten, immer befinden, demgemäß man dieſelben nach Länge und Breite mit einem Pünctchen darauf markiren und die Armillarſphäre in dieſem Bezuge genau wie einen wirklichen Globus benützen kann.

Man bringt ferner an den „Ringkugeln“ kleine Bilder der Sonne und des Mondes an zwei Bügeln an, deren erſterer ſich um den Pol der Ekliptik (Sonnenbahn), der andere aber um den, davon etwann 5° abſtehenden Pol der Mondbahn drehen läßt, dergeſtalt, daß das Bild ſelbſt der Sonne in ihrer, und das Bild des Mondes in ſeiner Bahn dabei an den jedesmaligen rechten Ort geſchoben, und ſolchergeſtalt der Aſpect bezeichnet wird.

Zu der Verbindung von Ringen gehören auch noch vier kleinere, mit dem Aequator parallele Kreiſe: die beiden Wende- und die beiden Polarkreiſe, von denen jene erſteren um 23½° vom Aequator, die letzteren aber um eben ſo viel von den (Welt-) Polen P, R abſtehen (alſo durch die Pole der Ekliptik laufen).

Endlich ſetzt man auf die „Ringkugel,“ gleichwie auf die Himmelskugel (S. 761), einen Stundenring (Stundencirkel, *Rosette*), welcher, in 24 Stunden abgetheilt, oben auf dem Meridian, wo das Ende der Axe RP hinausgeht, befeſtiget iſt und ſeinen Mittelpunct im Pole (P) hat; an jenes Ende wird ein Stift (Zeiger) befeſtiget, welcher ſich alſo mit (der Axe und) der ganzen beweglichen Kugel zugleich umdrehet, und während einer ſolchen Umdrehung alle 24 Stunden der Theilung durchläuft.

Man ſieht aus dieſer Beſchreibung und den, bevorwortetermaßen, daran geknüpften Bemerkungen, daß die Ringkugel, mit Ausnahme des nicht im Zodiakus mitbegriffenen übrigen Sternhimmels, ſonſt Alles auf der eigentlichen (künſtlichen) Himmelskugel Dargeſtellte enthält, und daß dieſelbe demnach den Globus in ſoweit vertreten kann. Meine Beſchreibung wird hinreichen, den Leſern, welche das Inſtrument, obwohl ich daſſelbe, wie geſagt, gern in Ihrer Aller Hände ſähe, nicht kennen, einen deutlichen Begriff davon beizubringen. Noch mehreres Detail, namentlich auch etymologiſches, bringt indeß Lalande „Astronomie.“ §. 100. darüber bei, mit welcher Bemerkung ich den betreffenden Artikel beſchließe.

Rotation, Axendrehung; Rotatio; *Rotation.* Eine allgemeine Erklärung von Axendrehung („Rotation“) iſt zwar ſchon in dieſem Artikel gegeben worden, in welchem auch die eigentlichen theoretiſchen Betrachtungen des Gegenſtandes vorkommen; bei ſeiner außerordentlichen Wichtigkeit für uns habe ich denſelben hier jedoch auch noch unter dem ſtrengeren aſtronomiſchen Geſichtspuncte näher aufzuklären.

Unter demſelben iſt aber zuvörderſt die Verſchiedenheit der rotatoriſchen Bewegung der Geſtirne von den progreſſiven, von der Revolution, hervorzuheben, worauf ich im letzteren Vortrage mit Verweiſung hierher aufmerkſam gemacht habe; der Planet (das Geſtirn) Erde — um gleich ein die ganze Sache

verdeutlichendes Beiſpiel beizubringen — beſchreibt ihren Jahresumlauf, ihre „Revolution,“ mit progreſſiver Bewegung in der Bahn um die Sonne, indem ſie dabei zugleich nicht weniger tägliche Umdrehungen, „Rotationen,“ um ihre Axe ausführt.

Dieß iſt der Begriff der „Rotation,“ welche ſich uns an der, in entgegengeſetzter Richtung erfolgenden, ſcheinbaren täglichen Himmelsbewegung veroffenbart. — Ich bitte die Leſer, eine Kugel an einem Faden in drehende Bewegung zu verſetzen und ſie ſo um Ihren runden Tiſch zu tragen,* ſo erlangen Sie zugleich die anſchaulichſte Vorſtellung von dieſer Verbindung der „Rotation“ mit dem Umlaufe (der Revolution), worüber ich daher Nichts weiter hinzuzufügen brauche.

Eine ſolche Drehung („Rotation“) um eine gegen die Ebene der Bahn verſchiedentlich geneigte Axe und von nicht weniger verſchiedener Zeitdauer, in beſtändiger Verbindung mit (progreſſivem) Fortgange in der Bahn um die Sonne (Revolution), legt nun die beobachtende Aſtronomie namentlich allen Planeten** bei; und meine Leſer könnten mich alſo ſogleich nach der Art der Beobachtung fragen, durch welche eine ſolche verſchiedene Zeitdauer der Rotation der mehreren Planeten, und die behauptete, nicht weniger verſchiedene Stellung der Rotationsaxen gegen die Ebenen der Bahnen um die Sonne habe ermittelt werden können?

Die Antwort auf die erſtere Frage iſt aber beſonders ſchon im Art. Mars, S. 75, gegeben, wo ich die Methode beſchreibe, die Rotationsperiode (die bei uns bekanntlich 24 Stunden betragende Taglänge) dieſes Planeten aus ſucceſſiven Rückkehren eines (oder mehrerer), auf ſeiner Oberfläche wahrgenommenen (feſten) Flecke zu einer nämlichen Stellung gegen das Auge des Beobachters (alſo nach einer jeden vollen Axenumdrehung) abzuleiten. Hierbei wird weiter kein Anſtoß gefunden werden; — wie iſt es nun aber ferner mit der Beſtimmung der Neigung dieſer Rotationsaxe eines Planeten gegen die Ebene ſeiner Sonnenbahn, weßhalb im gedachten Artikel, S. 72, hierher verwieſen worden?

Dazu dienen wieder die Flecken-Beobachtungen. Nehmen wir zuerſt an, die Stellung der Rotationsaxe eines Planeten ſey eine ſolche, daß ſich dieſe Axe danach perpendicular (alſo unter einem Winkel von 90°) auf der Ebene der Ekliptik (der Erdbahn) finde, ſo werden die Kreiſe, welche ein mit dieſer Planetenkugel rotirender Fleck beſchreibt, von dem in letzterer Ebene befindlichen Auge (des Zuſchauers auf der Erde) natürlich nur der Kante nach und alſo als gerade Linien geſehen werden. Der zur Beobachtung ausgewählte Fleck ſtehe, wie ich Behufs der Erleichterung der Vorſtellung ferner annehmen will, eben auf der Mitte, alſo im Aequator des Planeten, ſo fällt ſein Rotationskreis (die Scheibe deſſelben) bei der vorausgeſetzten perpendicularen Stellung der Axe in die Ebene der Ekliptik ſelbſt; — wird aber daraus eine Neigung, geht die Winkelſtellung der Axe zur Ebene der Ekliptik aus den obigen 90° in eine Neigung von z. B. 80° über, ſo erhebt ſich jene Scheibe zugleich um das Complement, hier alſo um 10°, über die Ebene der Ekliptik, und ihr Umfang, d. h. der Rotationskreis des Flecks, erſcheint dem Beobachter auf der Erde dann nicht mehr eben der Kante nach als gerade Linie, ſondern nun ſchief, und alſo, wie jeder ſchief geſehene Kreis, als eine Ellipſe, von welcher Ellipſe aber bei der Rotation natürlich immer nur die Hälfte

* Dieſes Gleichniß ſagt vielleicht noch beſſer zu, als das im Art. Revolution gewählte verwandte.

** Hinſichtlich der Monde iſt im Art. Revolution die gleiche Dauer ihrer Rotations- und Umlaufszeit angeführt worden; von den Kometen und Sternſatelliten wiſſen wir, wie eben daſelbſt bemerkt iſt, in dieſem Bezuge nichts Beſtimmtes. Die Sonne aber (vergl. d. A.) rotirt allerdings um ihre Axe, ohne daß jedoch die damit verbundene revolutoriſche Bewegung, und beſonders der (neue) Centralkörper, um welchen dieſelbe erfolgt, genauer angegeben werden könnten.

zu Geſicht kommt. Die Länge, die *große* Axe dieſer durch den Lauf des Fleckes über die Planetenkugel hin bezeichneten Ellipſe bleibt, der poſtulirten Lage dieſes Fleckes gemäß, dabei der aquatoreale Durchmeſſer des Planeten; die *halbe kleine* Axe (denn mehr wird dem Beobachter daher von *dieſer* auch nicht zugleich ſichtbar) iſt aber, wie die mindeſte Anſtrengung der Einbildungskraft alsbald zeigt, und wie ich auch in der nachſtehenden Anmerkung noch anſchaulicher zu machen ſuche, der *Sinus* jener 10°, d. h. *des Complements der Neigung der Rotationsaxe gegen die Ebene der Ekliptik** (der Erhebung des Rotationskreiſes des Flecks über jene Ebene); und dieſer Sinus, dieſe halbe kleine Axe, wächst demnach offenbar mit der gedachten Erhebung, *und iſt ſolchergeſtalt von der Neigung der Rotationsaxe gegen die Ebene der Ekliptik abhängig*, deren Ausmittlung uns hier beſchäftiget.

Die durch den Lauf des Fleckes über die Planetenprojection markirte Ellipſe iſt nun aber eben der wirkliche Gegenſtand der Beobachtung; ſie wird unter den Augen des Beobachters beſchrieben, und Er kann alſo ihre *große* und ihre *halbe kleine* Axe unmittelbar *meſſen*. Betrachtet Er aber hiernächſt die *Hälfte der erſteren* als Radius (1), gleichwie die Hälfte der *kleinen* Axe dazu den Sinus des *Complements* der geſuchten Neigung der Rotationsaxe des Planeten gegen die Ebene der Ekliptik abgibt;* ſo hat Er ſogleich die Proportion

Gemeſſene halbe gr. Axe : halben kl. Axe = 1 : sin jenes Complements,

woraus ſich demnach ſodann dieſe Neigung ſelbſt und, da hinwiederum die Neigung der *Bahnebene* gegen die Ebene der Ekliptik bekannt iſt, ſomit letztlich auch die *Neigung der Rotationsaxe* gegen die Bahnebene ergibt,** dergeſtalt daß alſo der Forderung, wie man ſieht, vollkommen genügt iſt.

Auf die vorn beſchriebene und dieſe letztere Weiſe hat demnach zuvörderſt die *Dauer* der „*Rotation*“ der verſchiedenen Planeten, und ſodann die *Neigung ihrer Rotationsaxe* gegen die *Bahnebene* ermittelt werden können; das Complement dieſer *letzteren* iſt aber die Neigung der *Ebene des Aequators* des Planeten mit der *Ebene ſeiner Bahn um die Sonne*, alſo das, was man *allgemein* mit dem Namen der „Schiefe der Ekliptik“ bezeichnet; — und es hat ſich dabei das höchſt merkwürdige Reſultat ergeben, daß für die *vier Planeten*: Mercur, Ve-

* Man verſinnliche ſich die Planeten*kugel* in ihrer Verflachung zur Projection einer *Kreisebene*, als welche ſie ſich am Himmelsgewölbe zeigt, ſo wird ſogleich einleuchten, daß die Gerade, welche auf erſterer (auf der *Kugel*) den *Sinus* des Erhebungswinkels des Rotations*kreiſes* abgibt, auf letzterer (in der *Projection*) zur *halben kleinen Axe* der entſprechenden *Ellipſe* wird. — Die dem Beobachter jedesmal zugewendete *Halbkugel* des Planeten mit jenem Sinus des körperlichen Winkels zwiſchen den Ebenen des Aequators und des (als *Ellipſe* erſcheinenden) Umfanges des Rotationskreiſes eines gewählten Flecks findet ſich in der *Projection* gleichſam *platt* gedrückt, wobei der *Sinus* zur *halben kleinen Axe der Ellipſe* wird. Die Beobachtung zeigt die den Sinus ausdrückende *Gerade* als *halbe kleine Axe der Ellipſe*; die *Folgerung* aber lehrt dieſe Gerade eben als den *Sinus* erkennen.

* Man denke ſich die dem Beobachter zugewendete Halbkugel des Planeten, und einen Perpendikel vom Endpuncte des Halbmeſſers des Rotationskreiſes des Fleckes auf den Halbmeſſer des Aequators des Planeten, ſo iſt dieſer Perpendikel der obige Sinus zum letzteren Halbmeſſer als Radius.

** Im Art. *Sonne* kommt hiervon ein numeriſches Beiſpiel zur Beſtimmung der Neigung der *Rotationsaxe* dieſes Geſtirns gegen die *Ebene der Ekliptik* vor, welche ſich, da der Winkel der letzteren mit der Ebene des Sonnen-*Aequators*, aus den Dimenſionen der von den Sonnenflecken beſchriebenen Ellipſen, = $7\frac{1}{2}^0$ gefunden wird = $(90^0 - 7\frac{1}{2}^0)$ $82\frac{1}{2}^0$ ergibt.

nus, Erde, Mars (für die „erſte Gruppe,“ wie ich mich im Art. Planeten ausdrücke), jene „Rotations“-Dauer ſowohl, als dieſe Schiefe* ſehr nahe gleich ſind (daß der Tag auf dem Mercur, auf der Venus und dem Mars, gleich unſerem Erdentage, 24 Stunden dauert, ferner aber auch, daß der aſtronomiſche Gegenſatz von Sommer und Winter auf dieſen drei Planeten ebenfalls von der nämlichen Beſchaffenheit, wie auf dem Planeten Erde iſt), — und daß eine nämliche Gleichheit der Rotationsdauer (nämlich eine hinwiederum durchgängige, aber nur zehnſtündige) für (die „zweite Gruppe“) Jupiter, Saturn und Uranus beſteht.**

Dieß dürfte das Wichtigſte, zur bevorworteten Ergänzung von „Axendrehung,“ unter dem eigentlicheren aſtronomiſchen Geſichtspuncte über „Rotation“ noch Beizubringende ſeyn; und ich würde deßhalb dieſen allgemeinen Vortrag darüber hiermit beenden und die Leſer wegen einiger weiteren ſpeciellen Beziehungen zu den verſchiedenen Planeten ſelbſt lediglich nochmals auf die betreffenden beſondern Artikel verweiſen, wenn nicht eine neuere Forſchung des bei der Breslauer Sternwarte fungirenden jungen Aſtronomen Schubert noch andere Anſichten über dieſen hochwichtigen Gegenſtand aufſtellte, deren Mittheilung ich meinen Leſern ſchuldig zu ſeyn glaube.

„Wenn man,“ ſagt nämlich Schubert, „die Bewegung der Planeten unſeres Sonnenſyſtems betrachtet, ſo findet ſich, daß ſie ganz wie die Bewegung einer Kugel iſt, welche auf einer horizontalen Tafel geſtoßen wird oder auf einer ſchiefen Ebene herabrollt. Wird eine frei ſchwebende Kugel ſo geſtoßen, daß die Richtung des Stoßes durch ihren Mittelpunct geht, ſo bewegt ſie ſich, wenn keine andere Kraft ſtörend auf ſie einwirkt, in der Richtung des Stoßes fort, ohne zu rotiren. Liegt aber die Kugel auf einer horizontalen Tafel, und wird ſie wieder ſo geſtoßen, daß die Richtung des Stoßes durch den Mittelpunct geht, aber nicht ſenkrecht auf die Tafel iſt, ſo bewegt ſich die Kugel auf der Tafel fort und rotirt dabei. Es muß hier nothwendig die Urſache der Rotation in dem Drucke der Kugel auf die Tafel geſucht werden. Nach dem Stoße beſtreben ſich alle Theile der Kugel nicht um den Mittelpunct, ſondern um den Punct als um einen Unterſtützungspunct ſich zu drehen, in welchem die Kugel die Tafel berührt; dieß verhindert aber die Tafel, ſo daß, wenn ſich die Kugel um den Berührungspunct drehen will, ein anderer Punct der Kugeloberfläche mit einem andern Puncte der Tafel in Berührung kommt; die Kugel beſtrebt ſich nun wieder, durch das Fortbeſtehen der Wirkung des momentanen Stoßes um dieſen neuen Berührungspunct zu drehen, es findet aber wieder daſſelbe wie beim vorhergehenden Berührungspuncte ſtatt, und es muß ſo die Kugel auf der Tafel fortrollen. Durch das Beſtreben der Kugel, ſich um den Berührungspunct zu drehen, werden beide Erſcheinungen: das Vorwärtsgehen und die Rotation, zugleich bewirkt. Wäre der Druck der Kugel auf die Tafel nicht da, ſo würde ſich die Kugel nach dem Stoße ſo fortbewegen, daß ein jeder Durchmeſſer der Kugel ſich ſelbſt fortwährend parallel bliebe, und würde ſie nicht geſtoßen, ſo würde ſie nur auf die Tafel drücken, nach dem Mittelpuncte der Erde hinſtreben. Es wird alſo das Fortrollen durch das Zuſammenwirken zweier Kräfte, einer momentanen und einer continuirlichen Kraft, bewirkt.

Bei einer ſolchen auf der Tafel rollenden Kugel liegt der Drehungspunct auf der Oberfläche der Kugel, und er iſt der Mittelpunct der freien Rotation, denn der Weg, welchen der Mittelpunct der

* Für Venus (vergl. d. A.) iſt Letzteres zwar noch nicht durch ganz unbeſtrittene Meſſung eruirt, aber ſo höchſt wahrſcheinlich, daß es ſchon auf Grund der Analogie als ausgemacht angenommen werden darf.

** Dagegen iſt die Stellung der Rotationsaxe gegen die Bahnebene bei den Planeten dieſer zweiten Gruppe nicht eben ſo, wie bei der erſten, auch gleich; die Rotationsaxe des Jupiter (vergl. die betreffenden Art.) ſteht faſt ſenkrecht auf jener Ebene; beim Uranus fällt ſie in dieſelbe; beim Saturn beträgt die „Schiefe der Ekliptik“ 30 Grad.

Kugel in einer beſtimmten Zeit durchläuft, iſt gleich dem Wege, welchen ein Berührungspunct durch die Rotation in entgegengeſetzter Richtung zurücklegt.

Die Bewegung der Planeten in ihren Bahnen um die Sonne iſt ſo wie ſie entſtehen muß, wenn auf einen Körper eine momentane Kraft in Verbindung mit einer continuirlichen, von einem Puncte ausgehenden und im umgekehrten Verhältniſſe der Quadrate der Entfernungen ſich ändernden Kraft wirkt. Das Fortrollen der Kugel auf der Tafel wird durch das Zuſammenwirken von zwei ſolchen Kräften bewirkt; die Bewegung der Planeten iſt auch ein ſolches Fortrollen, und es iſt wohl anzunehmen, daß auch ihre Rotation durch die beiden Kräfte mit der Revolution zugleich bewirkt wird.

Die Wirkung der Sonne auf einen Planeten läßt ſich in zwei Theile zerlegen: davon iſt der eine für alle einzelne Theile des Planeten gleich groß, der andere aber entſteht aus der Verſchiedenheit der Wirkung auf verſchiedene Theile; der erſtere Theil bewirkt den Umlauf um die Sonne, die Revolution, und der andere die Umdrehung um die eigene Axe, die Rotation, und die Geſammtwirkung iſt alſo das Fortrollen.

Bei den Kometen, als ſolchen Körpern, deren einzelne Theile unter ſich nicht feſt zuſammenhangen, muß ſich der zweite Theil der Sonnenwirkung uns unter Umſtänden als Formveränderung zeigen, nämlich als ein Fluthen der Nebelhülle in der Richtung von und zur Sonne, und dann als Krümmung derſelben in der Richtung der Bewegung in der Bahn. Bei den Planeten, als feſten Körpern, wird dieß zur vollkommenen Rotation, ſo daß ſich bei ihnen der zweite Theil der Sonnenwirkung in einer Verzögerung der der Sonne zugewendeten und in einem Vorauseilen der der Sonne abgekehrten Theile zeigt, d. i. in einer Drehung des Planeten um Puncte, welche zwiſchen ſeinem Mittelpuncte und dem Mittelpuncte der Sonne liegen. So wie die auf der Tafel geſtoßene Kugel ſich um den Punct zu drehen beſtrebt, in welchem ſie die Tafel berührt, durch die Tafel aber daran verhindert und ſo auf ihr hinzurollen gezwungen wird, ſo wird auch dem Planeten durch den erſten Theil der Sonnenwirkung ſeine Bahn beſtimmt, und die Drehungspuncte müſſen auf einer Curve zwiſchen der Bahn und dem Mittelpuncte der Sonne liegen, auf welcher Curve der Planet, wenn man ſeinen Umfang bis an dieſelbe vergrößert denkt, dann herumrollt.

Liegt dieſer Drehungspunct im Mittelpuncte des Centralkörpers, ſo iſt der Drehungswinkel am Mittelpuncte des Centralkörpers in einer beſtimmten Zeit gleich dem Drehungswinkel am Mittelpuncte des Planeten in derſelben Zeit; es iſt dann die Rotation der Revolution gleich; der Mittelpunct der freien Rotation liegt in dieſem Falle im Mittelpuncte des Centralkörpers, und es iſt alſo hier der Drehungspunct der Mittelpunct der freien Rotation. Liegt der Drehungspunct im Mittelpuncte des Planeten, ſo fällt entweder die Revolution weg, oder die Rotationszeit iſt unendlich kurz, und es iſt dann der Drehungspunct wieder der Mittelpunct der freien Rotation. Es iſt aber auch in jedem andern Falle der Drehungspunct mit dem Mittelpuncte der freien Rotation identiſch.

Man findet die Entfernung des Mittelpunctes der freien Rotation vom Mittelpuncte des Planeten bekanntlich dadurch, daß man die Rotationszeit durch die Revolutionszeit dividirt, und mit dieſem Quotienten die Entfernung des Planeten vom Centralkörper multiplicirt.

Um a (Figur 2. der Tafel XIII.) bewege ſich eine Kugel b in 12 Stunden, und rotire dabei in 4 Stunden; der Mittelpunct der freien Rotation liegt demnach $^1/_3$ ab von b entfernt in d. Nehmen wir an, die Kugel habe ſich, während ſie in einer Stunde nach c kam, um d ſo gedreht, daß der Halbmeſſer bd dann die Lage cd hat, ſo hat er in Bezug auf ſeine frühere Lage bd oder ec den Winkel ecd, welcher dem Winkel cdb gleich iſt, in der Rotation zurückgelegt. Da die Rotation in 4 Stunden vollendet wird, ſo beträgt der Rotationswinkel für eine Stunde 90°, der Winkel ecd iſt aber nicht gleich 90°. Laſſen wir die Kugel in einer halben Stunde nach f kommen und ſich wieder um d gedreht haben, ſo iſt der Rotationswinkel gleich dem Winkel fdb; von f geht die Kugel wieder in einer halben Stunde nach c,

und wir laſſen dieſelbe ſich um g gedreht haben, ſo daß ſie wieder den Winkel cgf = Winkel fdb in der Rotation zurückgelegt hat. In dieſen beiden halben Stunden iſt alſo der doppelte Winkel fdb zurückgelegt worden, ſo daß der Halbmeſſer bd in c die Lage ch hat. Dieß iſt immer noch nicht die richtige Lage, denn Winkel ech iſt noch nicht gleich 90°. Nehmen wir den Winkel, um welchen ſich die Kugel in einer Viertelſtunde um den Drehungspunct gedreht hat, viermal, ſo erhalten wir einen noch größern Winkel für die Rotation. Der Rotationswinkel wird volle 90° werden, wenn wir ein ſo kleines Zeittheilchen nehmen, daß ſein Drehungswinkel gleich dem halben Winkel des noch einmal ſo großen Zeittheilchens iſt, wenn wir alſo annehmen, daß ſich die Halbmeſſer, deren Richtung durch a ging, in unendlich kleinen Zeittheilchen um Puncte gedreht haben, die alle auf dem Bogen dgi liegen. Der doppelte Drehungswinkel einer halben Stunde iſt größer, als der Drehungswinkel einer ganzen Stunde, und der doppelte Drehungswinkel einer Viertelſtunde iſt größer, als der einfache einer halben Stunde u. ſ. f., wobei die Differenzen aber immer kleiner werden, bis ſie endlich ganz verſchwindend klein werden. Wird die Rotationszeit länger angenommen, ſo rückt der Mittelpunct der freien Rotation (der Drehungspunct) dem Mittelpuncte a näher, und der ſtündliche Drehungswinkel nähert ſich immer mehr dem doppelten halbſtündlichen, bis ſie genau einander gleich werden, wenn der Drehungspunct mit a zuſammenfällt.

In Fig. 2. Taf. XIII. revolvire die Kugel wieder in 12 Stunden um a und rotire in 4 Stunden um die eigene Axe. Nehmen wir die Entfernung ab in 8 gleiche Theile getheilt, ſo liegt der Mittelpunct der freien Rotation $^8/_3$ von b und $^{16}/_3$ von a entfernt. Mit dem Halbmeſſer ad beſchreibe man um a einen Kreis, und mit dem vergrößerten Halbmeſſer bd der Kugel um b einen Kreis, ſo daß ſich dieſe beiden Kreiſe in d berühren. Es iſt alſo der Halbmeſſer der Kugel ſo vergrößert worden, daß ihr Umfang durch den Mittelpunct der freien Rotation geht. Während nun die Kugel in einer Stunde von b nach c ging, hat ſie ſich immer um den Mittelpunct der freien Rotation zu drehen beſtrebt. Der Mittelpunct der freien Rotation liegt immer in der Peripherie des Kreiſes mit dem Halbmeſſer ad. Wenn ſich alſo die Kugel um einen Punct ihres vergrößerten Umfanges, oder um einen Punct der Peripherie des Kreiſes mit dem Halbmeſſer ad in einem noch ſo kleinen Zeittheilchen drehte, ſo kam ein anderer Punct derſelben mit einem andern Puncte der Peripherie um a in Berührung; dieſer Punct wurde wieder Drehungspunct, u. ſ. f. Wenn daher der Mittelpunct der Kugel in einer Stunde von b nach c kam, ſo geſchah dieß dadurch, daß ſich die Kugel mit vergrößertem Umfange auf der Peripherie des Kreiſes mit dem Halbmeſſer ad fortbewegte, auf ihr hinrollte; und es findet alſo hier daſſelbe ſtatt, wie bei der auf der Tafel rollenden Kugel.

Da wir ab = 8 angenommen haben, ſo iſt $ad = \frac{16}{3}$ und $bd = \frac{8}{3}$; die Peripherie des Kreiſes mit ad iſt alſo $= \frac{2 \,.\, 16 \,.\, \pi}{3}$, nahe $= \frac{67}{2}$, und die des Kreiſes mit $bd = \frac{2 \,.\, 8 \,.\, \pi}{3}$, nahe $= \frac{50}{3}$ Der Weg df iſt der zwölfte Theil der Peripherie des Kreiſes um a mit dem Halbmeſſer ad, alſo nahe $= \frac{11}{4}$. Da nun immer ein Punct der Peripherie des Kreiſes um b auf einen Punct der Peripherie des Kreiſes um a fiel, ſo muß der Weg auf der Peripherie um b gleich dem Wege auf der Peripherie um a ſeyn. Dieſer Weg iſt nahe $= \frac{11}{4}$, der ganze Umfang um b nahe $= \frac{50}{3}$; $\frac{11}{4}$ iſt in $\frac{50}{3}$ ganz nahe 6mal enthalten, und die Kugel hat alſo durch das Fortrollen auf der Peripherie um a den ſechsten Theil ihrer Peripherie zurückgelegt. Dieſer ſechste Theil iſt in Bogen = 60°, wozu nun noch der Winkel addirt werden muß, welcher in der Rotation zurückgelegt worden wäre, wenn die Kugel auch nicht fortrollend, ſondern ſich nur wie an einer

Stange befeſtigt um a bewegt hätte. Dieſer Winkel iſt immer gleich dem Revolutionswinkel an a, und da dieſer hier 30° beträgt, ſo iſt 60° + 30° = 90°, wie es nach der Annahme ſeyn muß.

Wenn ſich darnach die revolvirende Kugel (Fig. 3. der Tafel XIII) nach einer Stunde in c befindet, ſo hat der Halbmeſſer bp die Lage tl, welche von der Lage bp in Bezug auf einen unendlich weit entfernten Punct um 90° verſchieden iſt, nach 2 Stunden die Lage dm, nach 3 Stunden die Lage en, und nach 4 Stunden die Lage io, welche der Lage bp gleich iſt, d. h. der unendlich weit entfernte Punct culminirt wieder für p, und bp hat ſich einmal in Bezug auf dieſen Punct herumgedreht. Für dieſen unendlich weit entfernten Punct rotirt die Kugel dreimal in der Revolution, für den Centralpunct iſt dieß aber nicht der Fall. Rollt die Kugel nicht, ſondern bewegt ſie ſich wie an einer Stange befeſtigt um a, ſo wird die Lage eines Halbmeſſers in Bezug auf a nicht verändert. Rollt nun aber die Kugel, und beziehen wir ihre Rotation auf a, ſo darf der Revolutionswinkel an a nicht zu dem Winkel addirt werden, welchen ein Halbmeſſer durch das Fortrollen zurücklegt, denn die Lage eines Halbmeſſers in Bezug auf a wird blos durch das Fortrollen verändert, und dieſe Veränderung beträgt hier 60° in einer Stunde. Wenn demnach ein Halbmeſſer in Bezug auf a einmal herumgehen ſoll, ſo ſind dazu $\left(\frac{360}{60} = \right)$ 6 Stunden erforderlich, und es rotirt alſo die Kugel für a zweimal in der Revolution. In i iſt der Halbmeſſer bp für den unendlich weit entfernten Punct einmal herum, denn er hat 4 . (60° + 30°) = 360° zurückgelegt; für a aber hat er erſt 4 . 60° = 240° beſchrieben, ſo daß zu 360° noch Winkel kio = kab fehlt, welcher 120° beträgt. Um dieſe 120° noch durch Fortrollen zurückzulegen, ſind $\left(\frac{120}{60} = \right)$ 2 Stunden erforderlich.

Bei der Rotation eines Planeten, unſerer Erde z. B. in Bezug auf einen Fixſtern, kommt alſo der Revolutionswinkel am Mittelpuncte der Sonne mit in Betracht, er iſt ein Theil dieſer Rotation, und für eine beſtimmte Zeit variabel wegen der ungleichförmigen Bewegung der Erde in ihrer Bahn. Da nun aber die Länge des Sterntages conſtant iſt, ſo muß auch der andere Theil der Rotation, welcher dadurch entſteht, daß die Erde rollt, variabel ſeyn. Es wird deshalb im Perihelium, wo der Revolutionswinkel für eine beſtimmte Zeit größer als im Aphelium iſt, der Drehungspunct entfernter vom Mittelpuncte der Erde liegen müſſen, als im Aphelium.

Für unſern Mond liegt der Drehungspunct im Mittelpuncte der Erde, ſo daß bei ihm die Rotation der Revolution gleich iſt. Auch bei den übrigen Monden in unſerem Sonnenſyſtem wird die Gleichheit der Rotation und Revolution wahrgenommen, und es liegt alſo auch für ſie der Drehungspunct im Mittelpuncte des Hauptplaneten. Dadurch wird bekundet, daß die Monde die abhängigſten Körper ſind. Die Planeten ſind ſchon ſelbſtſtändiger, freier, denn für ſie liegt der Drehungspunct zwiſchen ihrem Mittelpuncte und dem Mittelpuncte der Sonne, und die größere Selbſtſtändigkeit unter ihnen ſelbſt zeigt ſich in der größeren Entfernung von der Sonne durch ſchnelleres Rotiren, und dadurch, daß die entfernteren Planeten mehr Monde haben. Ganz ſelbſtſtändig würde nur ein ſolcher Körper ſeyn, der bloß rotirte und dabei nicht revolvirte; für dieſen würde der Drehungspunct ſein Mittelpunct (ſein Ich) ſeyn.“ — Soweit Schubert; und die Leſer mögen ſich nun zwiſchen den entwickelten verſchiedenen Anſichten ſelbſt entſcheiden.

Rückläufig; Retrogradus; *Rétrograde.* Man nennt in unſerer Wiſſenſchaft der Sternkunde die Bewegung eines (Haupt-*) Planeten oder Ko-

* Der Nebenplanet Erdmond kann (vgl. oben) ſeinem Hauptplaneten, ſeinem Centralkörper, eben ſo wenig je „rückläufig“ ſeyn, wie z. B. ein Jupitersmond dem Jupiter, um welchen letzteren ſich dieſer Mond in der Art unſeres Mondes um die Erde bewegt. Wohl aber können dieſe Nebenplaneten des

meten in ſeiner Bahn „rückläufig,“ wenn ſie der Ordnung der himmliſchen Zeichen (ſ. Folge der Zeichen) entgegen (in antecedentia s. praecedentia) gerichtet ſcheint, alſo, ſtatt von Abend gegen Morgen (von der Rechten zur Linken), vielmehr von Morgen gegen Abend, oder dem Zuſchauer in unſern Ländern (in der nördlichen Halbkugel) von der Linken zur Rechten * geht. Eine ſolche Bewegung heißt auch ein Rücklauf (Retrogradatio; *Rétrogradation*), und ſie iſt der rechtläufigen (ſ. d. Art.) Bewegung entgegengeſetzt.

Die Sonne (wenn wir den Lauf der Erde auf ſie übertragen) und der Mond (vergl. d. Anmerk.) bewegen ſich immer nach der Ordnung der Zeichen, alſo ohne allen Rücklauf. Die oberen Planeten aber zeigen um die Zeit ihrer Oppoſition und die unteren um die Zeit ihrer untern Conjunction mit der Sonne eine (ſcheinbare) rückläufige Bewegung. ** Am anſchaulichſten macht man ſich den Grund dieſer Erſcheinung, wofern es, neben dem bloßen Nachdenken darüber, überhaupt noch erſt einer ſinnlichen Unterſtützung bedarf, durch eine ſolche Zeichnung, wie ich dazu im Art. über den oberen Planeten Jupiter, S. 825, vorgeſchlagen habe.

Die alten Weltſyſteme (vergl. auch dieſen A.) nahmen die Erde für ruhend, und die „Rückläufe“ daher für wirkliche Bewegungen an, bis Copernikus die edle Simplicität ſeiner Erklärung an die Stelle der Verwirrung ſetzte, welche aus jener früheren Annahme entſprang. Er hat zuerſt gezeigt, daß der Lauf aller Planeten um die Sonne, als den wahren Centralpunct der Bewegungen im Syſteme, immerdar rechtläufig iſt, und daß die Erſcheinung der planetariſchen „Rückläufigkeit“ für den Beobachter auf der Erde nur als eine, aus dem gleichzeitigen Mitumlaufe der letzteren um jenen Centralkörper entſpringende optiſche Täuſchung betrachtet werden muß. — Von den Kometen (S. 965) dagegen iſt ein großer Theil * wirklich „rückläufig“ (umläuft die Sonne wirklich in dieſer Richtung); die Bewegungs-Erſcheinung ſowohl dieſer wirklich rückläufigen, als der rechtläufigen Kometen für die Erde aber hängt wiederum lediglich von dem Standpuncte ab, welchen letztere vermöge ihrer Mitbewegung dabei eben einnimmt, und in deſſen Gemäßheit ihr (gleichwie rechtläufige rückläufig) natürlich umgekehrt ſogar ſolche wirklich rückläufige Kometen zuweilen gleichwohl rechtläufig erſcheinen können.

Auch von den Planeten ſelbſt (nicht bloß von ihrer Bewegung) gebraucht man den Ausdruck „rückläufig,“ und ſagt in dieſem Sinne z. B., Jupiter (S. 825) ſey über 3 Monate „rückläufig.“

Jupiter, der Erde „rückläufig“ erſcheinen, wenn ihr dieß Jupiter ſelbſt iſt, oder auch, wenn ſie zwiſchen ihr und jenem ihrem Hauptkörper hindurch gehen.

* „In der nördlichen Halbkugel?“ — Wenn ſich ein Bewohner der nördlichen und ein Bewohner der ſüdlichen Halbkugel, beide nach dem Aequator, auf welchen wir die „Folge der Zeichen“ beziehen wollen, ſehend, einander alſo gegenſeitig das Geſicht zukehren, ſo iſt natürlich dem einen dasjenige links, was dem andern rechts iſt, und umgekehrt.

** Die unteren Planeten werden in derjenigen Bahnſtelle „rückläufig,“ wo ſie zwiſchen Sonne und Erde durchgehen; die oberen, wo die Erde zwiſchen ihnen und der Sonne durchgeht.

* Wahrſcheinlich die Hälfte, da für die Recht- und Rückläufigkeit dieſer Weltkörper gleiche Gründe vorhanden ſind.

S.

Säculare Aenderungen, ſ. Perturbationen, allwo der Begriff ſelbſt erklärt, und die Sache, jedoch mit Verweiſung auf den gegenwärtigen beſondern Artikel, angemeſſen behandelt wird. Hier will ich aber den Gegenſatz zwiſchen ſolchen „ſäcularen" und den bloß periodiſchen Aenderungen (Störungen, Perturbationen) in unſerem Sonnenſyſteme, worauf es dabei weſentlich nur ankommt, nochmals im allgemeinſten* Sinne und mit den beſtimmteſten Worten zu charakteriſiren ſuchen.

Wenn in unſerem Syſteme ein einziger Planet um die Sonne liefe, ſo würde derſelbe bei der dann Statt findenden „Reinheit" des Gravitations-Einfluſſes eine ſtrenge Ellipſe um den gemeinſchaftlichen Schwerpunct beider Weltkörper beſchreiben.** Wir wollen dieß Verhältniß das normale nennen. Träte aber (vgl. Problem der „drei" Körper) nur noch ein einziger, zugleich mit umlaufender Planet (alſo ein „dritter" Körper) hinzu, ſo würde dieß „normale Verhältniß" nicht mehr beſtehen können; es müßten, wegen der durchgängigen Gegenſeitigkeit der Gravitation, beſondere Verwicklungen und damit „Aenderungen" im Verhältniſſe, Störungen (Perturbationen) eintreten.

In der Wirklichkeit iſt nun hierbei nicht bloß von drei, ſondern vielmehr von der ganzen Summe ſämmtlicher Weltkörper unſeres Syſtems die Rede; und es entſteht aus dieſer noch größeren Verwicklung diejenige doppelte Kategorie von „Aenderungen," welche wir l. c. eben als „periodiſche" und „ſäculare" Perturbationen ſo ſorgfältig unterſchieden haben. Der ſpecielle Charakter der letzteren, von welchen ich hier allein ſpreche, wird gewöhnlich nur durch ihren beſondern Einfluß, namentlich auf die Elemente ſelbſt der Planetenbahnen, und die vergleichsweiſe überaus weite Zeitgrenze ihrer Dauer bezeichnet. Allein bei näherem Nachdenken ergibt ſich das Unzureichende dieſer bloßen beiden Kriterien; und man ſollte vielmehr drittens und ganz vorzüglich noch das dieſerhalb auch ſchon im betreffenden Art. Perturbationen wenigſtens angedeutete, ſtete Fortgehen in derſelben Richtung, ſogar außer Verbindung mit jenen beiden, oder mit der einen oder der andern von beiden Bedingungen, ausdrücklich hinzufügen.

* Ich gebrauche deßhalb hier, nach Littrow's Vorgange, auch ſtatt des Ausdruckes „Störungen" (Perturbationen) lieber den allgemeineren: „Aenderungen." Das „Vorrücken der Nachtgleichen" z. B. (ſ. d. A.), welches ich im Texte mit anführen werde, ſcheint (vergl. die folgende Anmerk.), obwohl es nicht weniger eine wirkliche Störung iſt, als eine bloß aus der nicht genauen Kugelgeſtalt des Erdkörpers hervorgehende „Aenderung" im Syſteme unmittelbar noch nicht in den oben vorkommenden engeren Erklärungen über Perturbationen einbegriffen zu ſeyn.

** Dieſe gewöhnliche Ausdrucksweiſe ſieht alſo von der Geſtalt des umlaufenden Planeten, auf welche ich mich in der vorangehenden Anmerkung mit berufe, ab. Allein es folgt aus der Theorie des Vorrückens der Nachtgleichen, daß ein ſolches Vorrücken und damit alſo eine „Aenderung" in der obigen „reinen elliptiſchen Bewegung" doch Statt haben würde, wenn auch die Erde wirklich allein um die Sonne liefe, aber neben vollkommener Homogeneität der Materie nur nicht zugleich von genauer Kugelgeſtalt wäre. — Bei den übrigen Planeten hat für den Bezug auf die Störungen eine ſolche Berückſichtigung der Geſtalt zwar, der geringeren Bemerkbarkeit des Einfluſſes wegen, nicht in demſelben Maße Statt; wenn ich aber oben jenes „Vorrücken" mit in Betracht ziehen will, ſo muß ich die Ausnahme mit ihrem Grunde auch geltend machen, und mich alſo des allgemeineren Ausdruckes bedienen.

Das beſtändige *Verrücken** der *Nachtgleichen* in der ſteten nämlichen Richtung, als angeführte Folge der bloßen *Geſtalt*** des Erdkörpers, namentlich, welches ich deßhalb auch gleich Eingangs hervorgehoben habe, bedingt zwar keinerlei Afficirung der „Elemente" des betreffenden Planeten Erde, muß aber dennoch eben wegen des „ſteten Fortgehens" in derſelben Richtung" (womit ſich *in dieſem Falle* die *lange Dauer* des Verlaufes combinirt), vorzugsweiſe als eine „ſäculare Aenderung" im Syſteme charakteriſirt und (bloß abgeſehen von der Richtung) recht eigentlich dem gleich beſtändigen, und eben deßhalb als *Säcular-Perturbation* ganz beſonders ausgezeichneten Fortrücken der Apſidenlinie der Planetenbahnen zur Seite geſtellt werden.

Als einen zweiten hierher gehörigen Fall führe ich ſodann den *ſteten Rückgang der Knoten der Bahn des Erdmondes* an. Die Periode dieſer, obwohl, wie man ſieht, ein „Element" angehenden Störung iſt dabei doch überaus *kurz*; dieſe *Knoten* (S. 921) mit ihrer retrograden Bewegung durchlaufen den ganzen Kreis der Ekliptik ſchon in noch nicht vollen 19 Jahren, nach welcher Zeit ſie allerdings zu dem als Ausgang angenommenen Puncte zurückgekehrt ſind. Allein die Bewegung ſiſtirt ſich im ſelbigen Puncte auch nicht, ſondern geht ununterbrochen in der *nämlichen Richtung* gleich wieder fort, und eben dieſe ſtete Einerleiheit der Richtung einer dergleichen ununterbrochenen Bewegung verleihet auch dieſer „Perturbation" im hier aufgeſtellten Sinne und trotz der kurzen Dauer der Periode den Charakter einer „*ſäcularen Aenderung*" im Syſteme.*

* Ich ſage hier aus Gründen, welche ſich im betreffenden Artikel ergeben, „Ver-", nicht „Vorrücken," welcher letztere Ausdruck nur durch den einmal eingeführten Gebrauch entſchuldiget werden kann, da, wie meine Leſer im *Allgemeinen* ſchon wiſſen, dabei nicht ſowohl von einem „*Vor*-", als vielmehr von einem ſteten „*Zurückgehen*" die Rede iſt.

** Ich muß mich in dieſem Bezuge hier noch ausführlicher erklären.

Sehen wir nämlich auf den Urſprung der Störungen, ſo finden wir noch eine Art, die zwar geringfügig ſcheint, bei näherer Unterſuchung jedoch einen bedeutenden Einfluß offenbart. Sie hängt eben von dieſer *Geſtalt* der Weltkörper ab, und würde, wenn die letzteren ſtreng kugelförmig und zugleich homogen wären, nicht vorhanden ſeyn. Die Anziehung einer homogenen Kugel (oder auch einer genau *ſymmetriſch* nach Innen zu verdichteten) kann nämlich ſo dargeſtellt werden, als ſey die geſammte Maſſe im Mittelpuncte wirkſam, obwohl die Gravitation in der That jedem Puncte der Materie inhärirend gedacht werden muß; und dieſe Beziehung auf den Mittelpunct findet ſowohl für den ſtörenden, als den geſtörten Körper Anwendung. Anders jedoch verhält es ſich mit *abgeplatteten Sphäroiden*, wie *Erde* (und Jupiter). Ein ſolches Sphäroid kann ſtets als aus zwei Theilen beſtehend angeſehen werden: der möglichſt großen homogenen *Kugel*, die ſich aus ihm herausnehmen läßt, und der ungleich dicken, an beiden Polen offnen *Schale*, welche übrig bleibt. Die *Kugel* mag man in Bezug auf dieſe Störungen als neutral betrachten, nur daß ſie ſich als Laſt der Schale mit anhängt; letztere aber wird afficirt werden können, wenn nicht in einem beſondern Einzelfalle die verſchiedenen Störungen ſich gegenſeitig zu Null aufheben. So wirken die Sonne, der Mond und die Planeten eben auf das *Erdſphäroid* und bewirken die *Vorrückung der Nachtgleichen*, die übrigens gegen 200mal ſtärker ſeyn würde, wenn jene Schale allein vorhanden wäre. — Bei der allgemeinen Gegenſeitigkeit der Anziehungen wirkt zwar auch das *Erdſphäroid* ſeinerſeits auf andere Bewegungen, z. B. die des Mondes; indeß begnüge ich mich im *letzteren* Bezuge mit der bloßen Andeutung.

* Die Leſer könnten mich auf dieſe Veranlaſſung noch fragen, warum ich von einer ſolchen Knotenbewegung nur beim Monde der Erde, nicht aber beim *Jupiter* u. ſ. w. ſpreche? Allein ich habe im Art. *Knoten* (an der ſchon citirten Stelle, S. 921) die Gründe nachgewieſen, aus welchen die hier in Rede ſtehende

Dieſe Bemerkungen zeigen alſo, und dieß habe ich mit denſelben auch eigentlich nur beabſichtiget, wie der Begriff der „ſäcularen" Perturbationen noch beſtimmter gefaßt werden möchte, als es in dieſem Artikel, der gewöhnlichen Erklärungsweiſe gemäß, geſchehen iſt, und ich ſchmeichle mir daher ſchließlich, daß ſie, als eine Emendation deſſelben, hier nicht unwillkommen ſeyn werden.

Saros (der Lateiniſche und Franzöſiſche Ausdruck für dieß urſprünglich ein Chaldäiſches Zeitmaß bedeutende Wort iſt kein anderer). Eine Periode von 6585⅓ Tagen (18 Julianiſche Jahre 10 Tage), binnen welchen 223 ſynodiſche, 239 anomaliſtiſche und 241 Drachen- (Knoten-) „Monate" (vgl. d. letzteren Art.) ablaufen,* und deren Entdeckung, wie ich in Finſterniſſe, S. 535, darthue, den Chaldäiſchen Aſtronomen beigemeſſen werden muß. Der augenfälligſte Nutzen dieſer Entdeckung für die damalige Aſtronomie, welche unſere Berechnungs-Methoden noch nicht kannte, beſtand in der Möglichkeit, danach die Finſterniſſe, deren Wiedereintritt in der obigen Zeit von 18 Jahren 10 Tagen erfolgt, ſelbſt nach ihren näheren Umſtänden vorherzuſagen,** wovon ich die Gründe im gedachten Artikel, S. 513, auseinanderſetze.* Dieſer „Saros," dieſe Periode heißt übrigens auch die Plinianiſche oder Halley'ſche, weil Plinius d. Aelt. (Hist. nat. II. 10.) ihrer Erwähnung thut,** und weil Halley (der Engliſche Aſtronom, Zeitgenoß Newtons) aus ihr die Sonnenfinſterniß vom 2. Juli 1684 vorherſagte, indem am 22. Juni 1666 (alſo um die 18 Jahre 10 Tage vorher) auch eine ſolche Finſterniß Statt gehabt hatte. Der Chaldäiſche „Saros" darf übrigens, wie ich noch beſonders bevorworte, nicht mit dem Meton'ſchen Mond-Cykel (ſ. d. Art.) von 6939¾ Tagen = 19 Julianiſchen Jahren verwechſelt werden, welcher ſich nicht, wie jener, auf die Rückkehr der Finſterniſſe, ſondern der Neumonde bezieht. Nähere Anleitung zur Verfolgung des Gegenſtandes ſchließlich in (des verewigten Berliner Hofaſtronomen) Ideler's: „Lehrbuch der Chronologie." Berlin. 1831. gr. 8. S. 92 flgd.

Satelliten (Trabanten), ſ. Nebenplaneten (Monde), indem man dieſelben mit dieſem Namen belegt. Auch braucht man (vgl. Fixſterne, S. 562)

Schnelligkeit der Bewegung der Knoten wirklich nur für den Erdmond, keineswegs aber auch für die Monde des Jupiter u. ſ. w. Statt findet.

* 223. (29 T. 12^h 44′ 2″) = 239. (27 T. 13^h 18′ 35″) = 241. (27 T. 5^h 6′ 56″) = 6585⅓ T. = 18 J. 10 T. (vergl. Monat, S. 141). „Gewiß," bemerkt Mädler in ſeinem viel erwähnten großen Mondwerke, S. 171, woher ich dieſe Auseinanderſetzung zum Theil entlehne, auf dieſe Veranlaſſung, „haben die Chaldäer unzählige Beobachtungen mit vielem Geſchick unter einander vergleichen müſſen, um zu einem ſo genauen Reſultate zu gelangen, und ihre aſtronomiſche Kenntniß iſt die merkwürdigſte, welche wir aus der ganzen voralexandriniſchen Zeit beſitzen.

** Hierzu hätte die Kenntniß des ſynodiſchen Monates und der Knotenbewegung hingereicht; der anomaliſtiſche Monat (die Bewegung der Mond-Apſiden) ſetzte die Chaldäiſchen Aſtronomen aber überdieß in den Stand, die Anomalie dieſes Geſtirns zu berechnen.

* Dieß will, wie ich, um einer Irrung vorzubeugen, hier noch beſonders bemerke, ſagen: Wenn heut z. B. eine Sonnenfinſterniß eintritt, ſo wird, abgeſehen von der inzwiſchen Statt habenden, gerade nach 18 Jahren 10 Tagen wieder eine ſolche vorkommen. Hatte man daher (ſ. das vergleichende Tableau in Finſterniſſe, S. 527) nur Einmal alle Finſterniſſe während einer ſolchen ganzen Periode von 18 Jahren 10 Tagen beobachtet, ſo konnte man die Data der Finſterniſſe in der folgenden Periode (im folgenden „Saros") danach vorherſagen (das citirte Tableau zeigt es ſehr deutlich).

** „Defectus Solis et Lunae ducentis viginti tribus mensibus (die obigen 223 ſynodiſchen Monate, Mondwechſel) redire in suos orbes certum est."

für die Begleitſterne in den Doppelſtern-Syſtemen denſelben Ausdruck.

Saturn; Saturnus; *Saturne*; mit ſeinem Ringe (oder vielmehr ſeinen Ringen) und ſeinen ſieben Monden. Dieſer Planet, in der bezeichneten Begleitung, iſt der Centralkörper des reichſten Partialſyſtems in unſerem ganzen Sonnengebiete, und er beſitzt überdieß eben an den „Ringen" eine Auszeichnung vor allen übrigen Planeten, aus welchen Gründen ich in ſeiner Beſchreibung beſonders ausführlich ſeyn muß. — Saturn gehört (vergl. Planeten) zur zweiten Gruppe; er befindet ſich zwiſchen Jupiter und Uranus, und war alſo vor der Entdeckung des (ſ. wieder Planeten) transuraniſchen Neptun das vorletzte Glied der Planetenreihe. Sein aſtronomiſches Zeichen iſt ♄.

Die Elemente des Saturn, wie ich ſie aus Hanſen's „Ueberſicht des Sonnenſyſtems" in Schumacher's „Aſtron. Jahrb. f. 1837," S. 111 sqq., entnehme, ſind die folgenden:

Mittlere Entfernung von der Sonne[*] (halbe große Axe)	9,5389 Halbmeſſer der Erdbahn,
oder (dieſen Halbmeſſer, mit Hanſen, = 20,666800 Meilen ſetzend)	197000000 geographiſche Meilen.
Seine ſideriſche Umlaufszeit iſt	10759,22 Tage,
d. h.	29 (Julianiſche) Jahre 167 Tage;
die tropiſche	10746,93 Tage,
oder	29 Jahre 154 T. 16 St. 30′;
die ſynodiſche	1 Jahr 12 T. 20 St.[**]
Für 1800. Jan. 1. 0^h m. Par. Z. war ſ. mittlere Länge in der Bahn (Epoche)	123° 6′ 29″.
Seine tägliche mittlere Bewegung iſt	2′ 0″,6.
Für dieſelbe Zeit betrug die Länge ſeines Perihels[***]	89° 8′ 20″;
ſeine Apſidenlinie bewegt ſich jährlich ſideriſch nach Oſten	„ „ 19″,31,
woraus eine jährliche tropiſche Bewegung von . . folgt.	„ „ 69″,53[****]
Excentricität (Alles für den vorn angegebenen Zeitpunct, nämlich für den Anfang des laufenden Jahrhunderts)	0,056 (der halben großen Axe der Saturnsbahn als Einheit),
und mit einer Verminderung, welche in Folge der Perturbationen (vergl. d. A.) in 100 Jahren . . . . beträgt.	0,0003

[*] Von der Erde beträgt dagegen die mittlere Entfernung Saturns in der Oppoſition 172, und in der (obern) Conjunction (172 + 40) = 212 Millionen Meilen.

[**] D. h. bei der langſamen Bewegung Saturns trifft die ſo viel ſchnellere Erde, wenn ſie heute z. B. in Oppoſition mit ihm geweſen iſt, ſchon nach 1 (Julianiſchen) Jahre 12 Tagen 20 Stunden wieder in Oppoſition mit ihm zuſammen.

[***] In der Bahn. Ich erinnere wiederholentlich daran, daß man in der Planetenbahn, rückwärts vom aufſteigenden Knoten, als einem der beiden ihr mit der Ekliptik gemeinſchaftlichen (Durchſchnitts-) Puncte, einen der Länge dieſes Knotens auf letzterer gleichen Bogen nimmt, und von deſſen andern (weſtlichen) Endpuncte an die Längen in der Bahn, wie hier die des Perihels, zählt.

[****] Die jährliche öſtliche Bewegung dieſer Linie war eben . . . . 19″,31 gefunden; die Nachtgleiche geht jährlich weſtlich zurück 50″,22

welches die obigen . . . . 69″,53 ausmacht.

Größte Mittelpunctsgleichung . . . . . 6° 26′ 12″,
worauf jene Verminderung der Excentricität eine jährliche Verminderung von . . . . 1″,28
ausübt.

Neigung der Bahnebene gegen die Ebene der Ekliptik 2° 29′ 36″,
mit einer jährlichen Verminderung von . . . . 0″,15.

Länge des aufſteigenden Knotens auf (vergl. die vorangehende Anmerkung) der Ekliptik (und alſo auch in der Bahn) . . . . 111° 56′ 7″;
die jährliche ſideriſche Bewegung der Knotenlinie von Oſten nach Weſten iſt . . . . 19″,54,
und die tropiſche in entgegengeſetzter Richtung alſo . . . . 30″,68.*

Unter den in der Bewegung des Saturn vom Jupiter erzeugten periodiſchen (wenn ich ſo ſagen darf; denn die weite Zeitgrenze gibt eher Anſprüche auf den Charakter der ſäcularen) Störungen findet ſich eine ſolche, deren ich ſchon in jenem Artikel Jupiter, S. 825, ausführlicher aber in Himmelsmechanik, S. 779 flgd., Erwähnung gethan habe, und welche wegen der dabei beſonders wirkſamen, bedeutend großen Jupitersmaſſe von ſolchem Einfluſſe werden kann, daß dadurch eine, im Maximum auf über 47′ ſteigende Längenveränderung** unſeres Planeten entſteht; dieſe Störung, die ich aus Rückſicht auf ihre mehrfache, l. c. nachgewieſene Merkwürdigkeit namentlich hervorhebe, heißt die „große Ungleichheit.“

Die Maſſe des Saturn beträgt $^1/_{3534}$ der Sonnenmaſſe,*** ſo daß demnach, wenn der Sonnenkörper in einer Wageſchale läge, in die andere 3534 Saturnskörper gelegt werden müßten, um jenen aufzuwägen.

Der Aequatoreal-Durchmeſſer des Saturn in der mittleren Entfernung dieſes Planeten von der Erde wird beobachtet . . . . 17″,1,
der polare eben dann . . . 15″,4,
daß alſo der Unterſchied . . 1″,7,
und die Abplattung (vgl. d. Art.), $^{17}/_{171}$ nahe . . . . $^1/_{10}$
beträgt (der polare Durchmeſſer enthält von den 171 Theilen des äquatorealen nur 154, alſo 17, d. h. $^1/_{10}$ weniger; er iſt um $^1/_{10}$ des letzteren kürzer). In den Oppoſitionen (wo Saturn der Erde alſo um den ganzen Durchmeſſer ihrer Sonnenbahn, d. h. um 40 Millionen Meilen näher, als in der Conjunction iſt) wächst jener äquatoreale Durchmeſſer bis auf 20″ und vermindert ſich in den (oberen) Conjunctionen bis 16″.

Mit Beziehung hierauf wird der wahre mittlere Durchmeſſer des

* Der jährliche Rückgang der Nachtgleiche nach Weſten war eben . 50″,22 gefunden; die Knotenlinie geht in derſelben Richtung nur zurück . . . . 19″,54
und findet ſich alſo jährlich öſtlich entfernter von der Nachtgleiche um die obigen . . . 30″,68
Ich erinnere auf dieſe Veranlaſſung aus Himmelsmechanik (S. 777) daran, daß alle dieſe Veränderungen an gewiſſe Perioden gebunden ſind, nach deren Ablaufe ſie den entgegengeſetzten Charakter annehmen.

** Dieß heißt: zu manchen, l. c. näher bezeichneten Zeiten findet ſich zwiſchen dem, mit Rückſicht auf alle übrigen Störungen berechneten und dem beobachteten Himmelsorte Saturns noch eine Längendifferenz von 47′, welche von dieſer „großen Ungleichheit“ herrührt.

*** Letztere nämlich zur Einheit nehmend, wogegen wir im Art. Maſſe, S. 83, dieſe Saturnsmaſſe nur praeter propter = $^1/_{3000}$ geſetzt und danach, in Bezug auf eine Sonnenmaſſe von 1000000, = $333^1/_3$ gefunden haben.

Ich mache zugleich darauf aufmerkſam, daß im gedachten Art. nicht, wie durch einen überſehenen Druckfehler ſteht, Band II., ſondern vielmehr Band III. der „Astronomie“ von Biot gemeint iſt.

Saturn gefunden: * 9,022 Erddurchmeſſer ** = 15507 geographiſchen Meilen, woraus folgt, daß dieſer Planet unſere Erde an Oberfläche 95 Mal übertrifft (Raum für eine — **caeteris paribus** — 95 Mal größere Bevölkernng darbietet).

Sein körperlicher Inhalt (ſein Volumen) beträgt danach ferner 734 (das Volumen der Erde = 1); man könnte aus der Saturnskugel 734 der Erde an Größe gleiche Kugeln ſchneiden. Wäre Saturn bei dieſem 734 Mal größeren Volumen von der nämlichen Dichte, als der Erdkörper, ſo müßte er (vergl. Gravitation, S. 713) auch 734 Mal ſchwerer wiegen, eine 734 Mal größere Schwer- (Gravitations-) Wirkung hervorbringen; allein dieſe letztere ergibt ſich aus der Beobachtung vielmehr nur als das 92fache *** der Gravitationskraft (der Maſſe, des Gewichtes) der Erdkugel, woraus die Dichte des Saturn nur $^{92}/_{734} = ^1/_8$ der Dichte der Erde folgt. **** Dieſer Planet iſt dem zu Folge von einer außerordentlich lockeren, ätheriſchen Beſchaffenheit; die ihn bildenden Materien müſſen die Eigenſchaft mehrerer Stofffeinheit als die gröberen irdiſchen Stoffe beſitzen.

Ein Körper ferner, der auf der Erde 1 Pfund wiegt, wiegt auf dem Saturn 1,09 Pfund, welches (vergl. Jupiter, S. 828) ſagen will, daß Saturn durch ſeine mehrere, aber auch zu einem größeren Volumen ausgedehnte Maſſe und ſeine ſolchergeſtalt beſtimmte Maſſenkraft die Körper auf ſeiner Oberfläche in jenem Verhältniſſe feſter hält (demjenigen, der ſie aufheben will, ſo viel mehr Widerſtand entgegenſetzt). Bei dieſer Angabe iſt aber von dem verſchiedentlichen Einfluſſe des Rotationsſchwunges (vgl. unten) auf den verſchiedenen Puncten der Saturnsoberfläche abgeſehen.

Licht und Wärme werden dieſem Planeten von der Sonne, aus 10fach größerer Entfernung, auch nur in (Erleuchtung, S. 395) $10^2 = 100$ Mal geringerem Verhältniſſe als der Erde mitgetheilt, ein Umſtand, der auf die natürliche Vermuthung führt, daß die Atmoſphäre des Saturn, ähnlich der des Jupiter (S. 831), günſtiger, als die der Erde, zur eigenen Licht- und Wärme-Entwicklung organiſirt ſey (daß ſie dazu eines geringeren Impulſes Seitens der Sonne bedürfe).

Man bemerkt auf der Oberfläche des Saturn mehrere Streifen oder Gürtel (ich komme, mit Bezug auf Mädler's Beobachtungen, hinten auf dieſelben zurück), gleich denen des Jupiter, nur brei-

* Anweiſung zu dieſer Ableitung im Art. Parallaxe, S. 254.

** Denſelben (vergl. Erde, S. 363, wo alle betreffenden Dimenſionen) = 1719 Meilen ſetzend.

*** Wir haben die Maſſe des Saturn oben = $^1/_{3534}$ der Sonnenmaſſe gefunden; die Erdmaſſe beträgt $^1/_{337000}$ der letzteren; 92 . 3534 iſt aber in der That nahe = dieſen 337000. Die im Art. Erde, S. 367, beigebrachte dießfallſige Angabe weicht hiervon auch nur um ſo viel ab, als bei dieſer Art von Beſtimmung nicht befremden darf.

**** Gleiche Dichte müßte eine 734fache Wirkung hervorbringen; beobachtet wird nur eine 92fache, alſo eine (8.92 = 734) 8 Mal geringere, woraus die Dichte des Saturn, wie oben, auch nur = $^1/_8$ der Erddichte folgt. — Ich gebe dieſe Beſtimmung der mittleren Dichte des Saturn hier übrigens lediglich nach Hanſen, welchen wir zum Führer gewählt haben. Freilich ſcheint damit die, in den Artikeln Erde, S. 370, und Jupiter, S. 828, vorkommende Anführung des Berliner Aſtronomen Encke. „daß die Dichtigkeit ſämmtlicher Planeten der zweiten Gruppe (Jupiter, Saturn, Uranus), eines wie des andern, $^1/_4$ der Erddichte betrage" — in Widerſpruch zu ſtehen; allein Encke (vergl. Schumachers „Aſtron. Nachrichten." Nr. 443, 488 und 489) bemerkt ſelbſt, „die bei Saturn vorkommende Abweichung von jener Regel erinnere an ſeine Ringgeſtalt."

Leſer, welche den Gegenſtand weiter verfolgen wollen, muß ich übrigens auf die angeführten drei Nummern der „Aſtron. Nachrichten" ſelbſt verweiſen, wo Sie das ganze Detail dieſer delicaten Unterſuchung finden.

ter und weniger ſcharf markirt, wahrſcheinlich aber von derſelben Natur; ſie haben, in Verbindung mit einigen Einzelflecken, dazu gedient, die Dauer der Rotation (vergl. wegen der Methode letzteren Artikel) dieſes Planeten zu beſtimmen, welche man ſolchergeſtalt = 10½ Stunde gefunden hat.

Die Neigung des Saturnäquators endlich gegen die Ebene der Ekliptik beträgt 28°, und alſo gegen die, mit letzterer den angegebenen (Neigungs-) Winkel von etwann 2½° machende Ebene der Bahn des Saturn 30½°, welches demnach (im oft erklärten Sinne) die „Schiefe der Ekliptik“ auf dieſem Planeten abgibt.

Neben dieſen, in der weiteſten Bedeutung als die Elemente zu bezeichnenden Umſtänden treten dann aber die alsbald angeführten

Ringe des Saturn

hervor. „Eine wundervolle Erſcheinung,“ ſo drückt ſich unſer Hanſen darüber aus, „begleitet nämlich ſtets dieſen Planeten. In der Ebene ſeines Aequators umgeben ihn zwei frei ſchwebende, in einer und derſelben Ebene liegende dünne Ringe. Der äußere Durchmeſſer des äußerſten Ringes erſcheint uns in der mittleren Entfernung des Saturns unter einem Winkel von 40″,10, der innere Durchmeſſer deſſelben Ringes unter einem Winkel von 35″,29. Der äußere Durchmeſſer des innern Ringes hält 34″,48 und der innere Durchmeſſer dieſes Ringes 26″,67. Es iſt demnach

der äußere Durchmeſſer des äußern Ringes	38325	geogr. M.	
Der innere . . .	33728	—	—
Die Breite dieſes Ringes	2299	—	—
Der äußere Durchmeſſer des innern Ringes	32955	—	—
Der innere . . .	25490	—	—
Die Breite dieſes Ringes	3733	—	—
Die Entfernung dieſes Ringes von der Oberfläche des Saturns	4992	—	—
Entfernung der beiden Ringe von einander	387	—	—

Die Dicke der Ringe kann nicht 20 geographiſche Meilen überſteigen.

Die Ringe werden, wie der Saturn ſelbſt, von der Sonne erleuchtet, denn man ſieht den Schatten der Ringe auf dem Saturn, und den Schatten des Saturns auf den Ringen. Von der Erde aus geſehen, ſtellen ſich die Ringe unter elliptiſcher Geſtalt dem Auge dar. Ein Theil derſelben iſt vom Saturn verdeckt, ein anderer Theil verdeckt einen Theil des Saturn, und zu beiden Seiten des Saturn ragen ſie wie Henkel hervor. Die ſcheinbare elliptiſche Figur der Ringe verändert ſich nach der relativen Stellung der Erde, des Saturns und der Sonne. Zu einer Zeit erſcheinen die Ringe uns ſo breit, daß ſie den einen Pol des Saturns bedecken, hierauf erſcheinen ſie ſchmäler und ſchmäler, bis ſie ſich in einen äußerſt zarten Lichtſtreifen verwandeln, welcher zu beiden Seiten am Aequator des Saturns hervorragt. Dieſer Lichtſtreifen iſt ſo zart, daß er nur durch die größten und ſtärkſten Fernröhre geſehen werden kann. Den Beobachtern, welchen nicht außerordentlich große Fernröhre zu Gebote ſtehen, ſind um die Zeit dieſer Erſcheinung die Saturnringe gänzlich entſchwunden; vor W. Herſchel hatte ſie noch niemand in dieſem Zuſtande geſehen. Dieſe Erſcheinung tritt ein, wenn die Ebene, worin die Saturnringe liegen, durch die Sonne geht, oder mit andern Worten, wenn die Sonne aufhört, die eine Seite der Ringe zu beſcheinen und anfängt, ihre Strahlen auf die andere Seite, die bis dahin im Schatten lag, zu werfen. Dieſes muß bei jedem Umlaufe des Saturns zweimal, alſo in Zwiſchenzeiten von nahe 15 Jahren, Statt finden. Aber auch in einem andern Falle ſtellt ſich uns dieſelbe Erſcheinung dar, nämlich, wenn die Erde durch die Ebene der Ringe geht. In dieſem Falle müſſen ſich auch die Ringe wie eine gerade Linie darſtellen, die aber wegen ihrer Zartheit verſchwindet. Wenn die Erde durch die Ebene der Ringe gegangen iſt, verweilt ſie eine kurze Zeit an der Seite der Ringe, die nicht von der Sonne erleuchtet iſt, während dieſer Zeit ſind die Ringe alſo für uns gänzlich unſichtbar, wogegen aber der Theil des Saturn, den ſie bedecken, ſich uns als ein ſchwarzer Streifen darſtellen muß. Die geringe Breite dieſes Streifens verurſacht, daß er nur durch große Fernröhre geſehen werden kann.

Einem Theile der Bewohner des Saturns, wenn ſolche vorhanden ſind, gewähren die Ringe das Schauſpiel eines oder zweier großen, am Himmel ausgeſpannten, faſt immer in gleicher Stellung verharrenden und von einer Gegend des Horizontes zur andern reichenden, erleuchteten Bogen. Einem Theile der Bewohner verurſachen dagegen dieſelben Ringe eine Sonnenfinſterniß, deren Dauer 15 unſerer Jahre, oder ein halbes Saturnjahr beträgt.

Man fragt natürlich, wie es möglich iſt, daß ſo große, aus dichter und wägbarer Maſſe beſtehende Körper frei ſchweben können, und nicht längſt auf den Planeten, welchen ſie umgeben, herabgefallen ſind? Die Antwort dieſer Frage liegt in der ſchnellen Umdrehung der Ringe in ihrer eigenen Ebene. Durch die Beobachtungen hat ſich dieſe Umdrehungszeit $10^h\ 29'\ 17''$ ergeben, welches nach den Geſetzen der Anziehungskraft ſehr nahe die Zeit iſt, in welcher ein Mond, deſſen Entfernung vom Saturn der Entfernung des Mittels der beiden Ringe gleich wäre, ſich um den Saturn drehen müßte. Die Centrifugalkraft, die durch dieſe Umdrehung erzeugt wird und die der Anziehungskraft des Saturns entgegengeſetzt wirkt, hält ſie in ihrer Stellung. Aber dieſe wäre nicht hinreichend, um zu bewirken, daß ſie *ſtets* freiſchwebend verharren.

Wenn die Ringe vollkommen ſymmetriſch und homogen wären, und ihr Mittelpunct mit dem Mittelpuncte des Saturns genau zuſammen fiele; wenn der Saturn auch vollkommen ſymmetriſch und homogen wäre und außer der gegenſeitigen Anziehungskraft der Ringe und des Saturns keine Kraft auf ſie einwirkte: ſo würde die durch ihre Umdrehung erzeugte Centrifugalkraft hinreichen, um ſie in ihrer Stellung zu erhalten; wenn aber durch die Anziehungskraft eines Satelliten etwa, oder eines Kometen, die Lage ihres Mittelpuncts in Beziehung auf den Mittelpunct des Saturn einmal um das Mindeſte verrückt würde, ſo würde dieſer Mittelpunct nie wieder in ſeine vorige Stellung zurückkehren; er würde ſich mehr und mehr von dem Mittelpuncte des Saturn entfernen, die Ringe würden ſich in Folge deſſen, der Oberfläche des Saturns immer nähern und ſich in kurzer Zeit ganz mit dem Körper des Saturns vereinigen.

Dafür, daß dieſes nicht geſchehe, iſt auf andere Weiſe vom Schöpfer geſorgt. Die Ringe ſind keine homogene Körper, wie durch die Puncte auf ihrer Oberfläche, vermittelſt welcher man ihre Umdrehungszeit hat beobachten können, dargethan werden kann; ſie ſind auch keine ſymmetriſchen Körper, welches durch Unregelmäßigkeiten bei ihrem Verſchwinden, wo gewöhnlich der eine Henkel früher verſchwindet, wie der andere, bewieſen wird, ja, ihre Stellung in Beziehung auf den Saturn iſt auch nicht ſymmetriſch, indem an der einen Seite die Entfernung ein wenig größer, wie an der andern beobachtet worden iſt. Alles dieſes, in Verbindung mit ihrer ſchnellen Umdrehung vereinigt ſich, um ihr Gleichgewicht um den Saturn ſtabil zu machen. Vermöge der ſchwereren Theile, die ſolchergeſtalt die Ringe beſitzen müſſen, nehmen ſie den Charakter von Satelliten an, die wie alle übrigen Satelliten und Planeten vermöge ihrer Fliehkraft in ihren Bahnen um den Körper, den ſie umkreiſen, erhalten werden, und in deren Laufe die Anziehungen der übrigen Körper unſeres Sonnenſyſtems nur periodiſche Veränderungen hervorbringen können, die deſſen Stabilität nicht gefährden.“

Bis hierher in der *Beſchreibung* dieſer Ringe, bevorwortetermaßen, unſer *Hanſen*; das Phänomen iſt aber ſchon als ein, wie geſagt, nur den Planeten *Saturn* unter *allen* übrigen auszeichnendes ſo ungemein merkwürdig, daß ich auch in der *Geſchichte der Entdeckung*, wobei ich nunmehr *meinen eigenen* Sammlungen folge, und wie ich ebenfalls gleich Eingangs bevorwortet habe, etwas umſtändlicher ſeyn muß.

Vor der Erfindung der Fernröhre hat man von dieſen Ringen, oder vielmehr von dieſem Ringe, denn die Theilung iſt, vergl. unten, erſt in den neueſten Zeiten beobachtet worden, bei der oben nachgewieſenen geringen Dicke, natürlich gar nichts gewahr werden können. Gleich nach dieſer Erfindung aber (1610) bemerkte *Galilei* („Epistolae de iis, quae post edit. nuncii siderei ope perspicilli, nova et admiranda in coelo deprehensa sunt.“

Aug. Vindelic. 1611. 4.) die wunderbare Geſtalt des Ringes, welche er „dreifach" nennt („apparuit *tergeminus* vel *tricorporeus*, figura oblonga, ut utrique lateri duo comites adhaerere viderentur"); weil er aber nachher, als ſich der Ring aus den in der Beſchreibung nachgewieſenen Gründen ſeinen Blicken entzogen hatte, den Saturn wieder völlig rund ſah, ſo verfolgte er die Sache nicht weiter. Gaſſendi, dieſer uns ſchon mehrfach bekannt gewordene franzöſiſche Aſtronom des 17ten Jahrhunderts, beobachtete die Erſcheinung im Jahre 1640 abermals; und noch mehrere ſolche Beobachtungen führt Riccioli (Bd. I. dieſes Wörtrb. S. 343) im Almag. novum. S. 487. an, wo er den Saturn als mit „Henkeln verſehen" („ansis instructum") beſchreibt. Auch Hevel, der Danziger Aſtronom („Dissertatio de nativa Saturni facie." Gedan. 1656. Fol.), welcher ſich weit längerer Fernröhre bediente, verfolgte die Erſcheinung, fand ſich jedoch außer Stande, eine Erklärung abzugeben.

Endlich überzeugte ſich Huygens nach vieljährigen Beobachtungen mit den damaligen, vor Erfindung der Achromaten nothwendigen, überaus langen Fernröhren, daß man Alles erklären könne, wenn man einen breiten, um die ganze Saturnkugel in einem gewiſſen Abſtande concentriſch (vergl. unten) herumgehenden Ring annehme, welcher eine beſtändig ſich ſelbſt parallele und alſo nach Einerlei Gegend des Himmels hinaus gehende Richtung behaupte, und dabei zugleich von der Sonne beleuchtet werde. Huygens („Systema Saturnium." Opp. Tom. III.) leitet aus dieſer Annahme auch wirklich alle Einzelheiten des Vorganges mit dem vollkommenſten Erfolge ab; und da ſich die Richtigkeit ſeiner Erklärung nach den obigen Andeutungen, mit denen man ſie vergleichen mag, bei allen ſpäteren Prüfungen durchaus beſtätiget hat, ſo laſſe ich dieſe Erklärung zu einer nochmaligen Ueberſicht hier ebenfalls folgen.

Jenes Detail des Vorganges ſelbſt zunächſt, wie es unſerem ſcharfſinnigen Huygens nach ſeinen Beobachtungen vorlag und auf das bezeichnete Prinzip zurückgeführt werden ſollte, war, und iſt alſo noch,* folgendes: Zuweilen wird Saturn (wie ſchon oben von Galilei) völlig rund und ohne allen Ring erblickt; einige Zeit nachher zeigt ſich der Ring zu beiden Seiten des Planeten als eine gerade, ſich nachher öffnende und ein Paar Handhaben bildende Linie, welche Handhaben nach $7\frac{1}{2}$ Jahren (etwann dem vierten Theile der Eingangs zu nahe 30 Jahren nachgewieſenen Revolution des Saturn) am weiteſten offen ſind und genau die ganze Saturnskugel umfaſſen; ſie werden darauf wieder enger, und $(2 \cdot 7\frac{1}{2} =)$ 15 Jahre nach der erſten Erſcheinung verſchwindet der Ring abermals, wird alsdann von Neuem ſichtbar, wendet ſich aber auf die andere Seite, wo er, nach neuen $7\frac{1}{2}$ Jahren, nochmals am meiſten geöffnet iſt, und 30 (genauer $29\frac{1}{2}$) Jahre nach der erſten Erſcheinung wiederum verſchwindet. — Während dieſer $29\frac{1}{2}$ Jahre iſt Saturn gerade um den ganzen Himmel gegangen; und bei ſeinem folgenden Umlaufe kehren dieſe Erſcheinungen in derſelben Ordnung zurück.

Dieß iſt alſo der Vorgang mit allen ſeinen Abwechslungen, deren Grund Huygens anzugeben hatte, und welche Er demnächſt ſo erklärt, daß ſich die Fläche** des die Saturnkugel in der nachgewieſenen Art frei umſchwebenden Ringes unter einem beſtändigen Winkel von etwann $31\frac{1}{2}^\circ$ gegen die Ebene der Ekliptik*** neigt, und ihre am weiteſten von

* Nur daß ſich, wie ſchon vorn bevorwortet worden, durch unſere ſchärferen Inſtrumente jetzt die Spaltung des Ringes in einen inneren und einen äußeren bemerken läßt.

** Dieſer Ausdruck „Fläche," als mit der Vorſtellung eines „Ringes" nicht recht vereinbarlich, könnte befremden; allein der Anblick der Figur, welche ich gleich beibringe, wird den Zweifel beſeitigen: man mag ſich den „Ring" etwann als den breiten Rand mit ſchmaler Kante eines Tellers denken, deſſen Mitte ausgeſchnitten wäre, und welcher in dieſer Art frei um eine Kugel ſchwebte.

*** Neuere Beobachtungen geben dieſen Winkel nur = $30^\circ\ 20'$. Gegen die Ebene

derſelben abſtehenden Theile gegen 17° des Sternbildes des Schützen, und 17° der Zwillinge kehrt, wogegen ihre Durchſchnittspuncte (Knoten) mit dieſer Ebene in 17° der Fiſche, und 17° der Jungfrau liegen. Könnten wir den Ring aus ſeinen Polen (welche — vergl. die Anmerk. — alſo auch die Pole der Saturnskugel ſelbſt ſind, in deren Aequatorsebene derſelbe, angegebenermaßen, fällt) betrachten, ſo würde er uns, dann gerade geſehen, kreisrund und den Saturnäquator concentriſch umgebend erſcheinen. Da aber der Planet Erde während des Jahreslaufes immer in der Ebene der Ekliptik bleibt und nie in dieſe Pole kommt, ſo ſehen wir den Ringkreis vielmehr in den meiſten Stellungen ſchief und daher, wie jeden ſchief geſehenen Kreis, als Ellipſe. Wenn Saturn für uns in den Zeichen des Schützen und der Zwillinge, und die Erde in Bezug auf ihn alſo umgekehrt in den Zwillingen und dem Schützen ſteht, ſo befinden wir uns an den angegebenen, von der Ringfläche am meiſten abliegenden Stellen, wo uns demnach von dieſer Fläche mehr in die Augen fällt und ſie eine weiter geöffnete Ellipſe bildet, deren große Axe ſich zur kleinen wie 1 : sin $31\frac{1}{2}^\circ$, * d. i. faſt wie 1 : $\frac{1}{2}$ verhält. In dieſer Stellung ſieht man zwiſchen dem Planeten und ſeinem Ringe hindurch; der Planet erſcheint (man muß ſich die Planetenkugel nur in ihrer Projection als Scheibe mit dem ſie umſchwebenden, zur Ellipſe platt gedrückten Ringe recht vorſtellig machen) gehenkelt (ansatus), und es iſt möglich, durch die Henkelöffnungen hiedurch Fixſterne zu ſehen. — Zeigt ſich uns Saturn aber in den Fiſchen und der Jungfrau (und die Erde, von ihm aus geſehen, ſomit in der Jungfrau und den Fiſchen), ſo befindet ſich unſer Auge in der erweiterten Fläche des Ringes ſelbſt, und man ſieht alſo nur ſeine, wie geſagt, „ſchmale“ Kante; zu eben der Zeit erleuchtet die Sonne, welche (der großen Entfernung wegen) vom Saturn faſt nach derſelben Richtung wie die Erde erblickt wird, den Ring nur der Kante nach, welche aber zu dünn iſt, um alsdann von uns geſehen zu werden, ** ſo daß der Ring in dieſen Zeichen verſchwindet (für uns unſichtbar wird). ***

der Saturnsbahn zeigt ſich der Ring aber genau (ich finde dieſe Beſtimmungen bei Littrow, davon ſich aber wieder neuere Meſſungen nochmals etwas unterſcheiden) um 30° geneigt; und da wir oben dieſelbe Neigung (die „Schiefe der Ekliptik“ auf dem Saturn) auch für den Saturnäquator gefunden haben, ſo folgt daraus, daß der Ring in die (erweitert gedachte) Ebene dieſes letzteren falle, welches (vgl. Nebenplaneten, S. 220) gleich ſehr von den Saturnsmonden, wenigſtens von den ſechs inneren, gilt. Ich komme hinten hierauf zurück.

Indeß könnte es die Leſer befremden, daß ich jene Neigung der Ebene des Ringes gegen die Ebene der Ekliptik $= 30\frac{1}{3}^\circ$, und gegen die Ebene der Bahn nur $= 30^\circ$ gebe, da doch die letztere ihrerſeits mit der erſteren den vorn nachgewieſenen Winkel von $2\frac{1}{2}^\circ$ macht, woraus alſo vielmehr eine Geſammtneigung von ($30\frac{1}{3} + 2\frac{1}{2}$ =) $32\frac{5}{6}^\circ$ folgen zu müſſen ſcheint. Dieſelbe würde auch wirklich Statt finden, wenn die Knoten der drei ſich alſo ſchneidenden Ebenen: des Ringes, der Ekliptik und der Bahn, zuſammenfielen, welches aber nicht der Fall iſt, daher denn jener Unterſchied entſpringt.

* Ich bitte um Vergleichung des Artikels Rotation, wo mit Bezug auf den ſcheinbaren Fleckenweg über eine Planetenſcheibe hierher gehörige Erläuterungen vorkommen.

** Nur erſt dem großen Herſchel mit ſeinen Rieſen-Inſtrumenten, von denen Huygens freilich noch keine Ahnung hatte, iſt es, wie ich in meinen Notizen finde, zuweilen geglückt, den Ring auch in dieſen Lagen fortwährend als eine äußerſt zarte Linie zu verfolgen.

*** Ein gegen eine, die (erweiterte) Ekliptik vorſtellende Horizontal-Ebene, z. B. die Tiſchplatte, ſchief aufgeſtellter und in dieſer Lage aus verſchiedenen Standpuncten betrachteter (vergl. oben kreisrunder) „Teller“ macht den Vorgang am anſchaulichſten; es erſcheint dieſer Teller (dieſe Ebene des Ringes), von der Seite

Zieht man hierbei noch in Betracht, daß doch Sonne und Erde aus dem Saturn nicht völlig an Einerlei Orte geſehen werden, ſo findet man drei Urſachen, aus denen der Ring ſolchergeſtalt für uns unſichtbar werden kann: 1) wenn die erweiterte Fläche des Ringes durch die Sonne geht, wobei (vergl. oben) nur die (dünne) Kante erleuchtet wird; 2) wenn eben dieſe Fläche zwiſchen der Sonne und Erde hindurchgeht, wobei uns der Ring ſeine dunkle, von der Sonne abgewendete Seite zeigt,* und 3) wenn die Fläche durch die Erde geht, wobei nur die ſchmale Kante geſehen wird.

Hierbei bleibe ich, was Huygens ſcharfſinnige Erklärung, welche ich mit der Geſchichte des Ringes verflochten habe, betrifft, ſtehen; dieſe Erklärung iſt auch, wie geſagt, durch alle ſpäteren Beobachtungen vollkommen beſtätigt worden; — und nur in Einzeldingen haben uns Herſchel (vergl. ſchon oben) und ſeine Nachfolger, vermittelſt ihrer gewaltigeren Inſtrumente, noch mit folgenden Umſtänden bekannt gemacht. Der Ring iſt, wie auch ſchon vorn bevorwortet worden, nicht einfach; Herſchel (der Vater) hat ſeine Theilung in einen äußern und einen inneren Ring (ſie iſt in der eben erwähnten Figur 1 der Tafel XIV. durch den ſchwarzen Theilſtrich ſehr augenfällig angedeutet) ſchon 1787 nachgewieſen. Seitdem hat unſer Berliner Aſtronom Encke noch eine neue Theilung auch jenes äußeren Ringes abermals in zwei getrennte Ringe bemerkt, und die Aſtronomen des Collegio Romano wollen noch weitere Theilungen wahrgenommen haben. Indeß gehe ich darauf nicht weiter ein, indem, wie ich in meinen Notizen finde, eine noch neuere, äußerſt ſorgfältige Beobachtung aus dem Jahre 1843 letztere Angabe nicht beſtätiget; — erwähnt mußte die Sache hier jedoch werden, da jetzt in aſtronomiſchen Schriften, ſtatt von Einem oder zwei Ringen, oft von einem „Ringſyſteme“ Satnrns die Rede iſt. Auch die ebenfalls ſchon vorn angedeutete, nicht vollkommene Concentricität der Ringe mit der Saturnskugel ferner iſt eine Entdeckung der neueſten Zeit; es bedarf jedoch, wie ich in dieſem Bezuge ſchließlich bemerke, ungemein ſorgfältiger Beobachtungen, um dieſe Abweichung wahrzunehmen.

Von den, den Saturn neben den Ringen auszeichnenden ſieben Monden iſt zwar im Allgemeinen ſchon im Art. Nebenplaneten, S. 218, die Rede geweſen; hier wollte ich aber ſpeciell noch darauf zurückkommen, daß ſich dieſelben, mit Ausnahme des äußerſten (des ſiebenten), gleich den Ringen, wenigſtens ſehr nahe, in der erweiterten Ebene des Saturnäquators befinden, wovon bei der Lage ihrer Bahnen außerhalb der, den Saturn in größerer Nähe umſchwebenden Ringe natürlich ihre häufige Verdeckung durch die letzteren für die Saturnskugel ſelbſt die Folge iſt, ein Umſtand, welcher noch öfter eintreten würde, wenn die Ringkanten nicht von der angegebenen außerordentlichen Dünne* wären.

angeſehen, alſo der Kante nach, in der Projection als gerade Linie, von vorn als ſchiefer Kreis, in der Projection, als Ellipſe; — und wenn man ſich die, den Ring nach Maßgabe ſeiner reſpectiven Stellungen gegen den Beobachter auf der in Bewegung begriffenen Erde, beleuchtende Sonne hinzudenkt, ſo wird ſogleich Alles klar. Indeß könnte manchen Leſern doch eine Figur willkommen ſeyn, daher ich eine ſolche (1 der Tafel XIV.), wie ich ſie oben verſprochen habe, nun hier beifüge. — Mir ſagt das „Teller“-Experiment beſſer zu.

* Wer für dieſen Fall (die beiden andern leuchten von ſelbſt ein) Schwierigkeiten finden ſollte, der zeichne ſich einen größeren, die Bahn des Saturn vorſtellenden und die Erdbahn concentriſch umringenden Kreis, mit dem (alſo gemeinſchaftlichen) von der Sonne eingenommenen Mittelpuncte, und ſtelle Saturn mit dem Ringe in jener ſeiner Bahn alſo zwiſchen Erde und Sonne.

* Bei einer Beobachtung im Jahre 1789, da ſich die Erde nahe in der Ebene des Ringes befand, erſchien derſelbe (vergl. oben) als ein äußerſt feiner Lichtfaden, an welchen, wie ſich Herſchel nach meinen Notizen darüber ausdrückt, „die Monde gleich Perlen angereihet waren,“ trotz der

An dieſe, alſo auf die Beziehung zu den *Trabanten* des Saturn ausgedehnte Beſchreibung und Geſchichte * des Ringes dieſes Planeten will ich nun noch einige einzelne, denſelben angehende Bemerkungen anreihen, wie ich ſie namentlich beim verewigten Wiener Aſtronomen *Littrow* antreffe. **

Schröter, der uns bekannte Lilienthaler Beobachter, bemerkte, daß man den Ring zu der Zeit, wo bloß ſeine *Kante* von der Sonne beſchienen wird, meiſtens nur theilweiſe ſieht, ſo daß er dann aus mehreren unterbrochenen geraden Linien zu beſtehen ſcheint, die ſich abwechſelnd trennen und wieder vereinigen. Dieſe Erſcheinung läßt ſich nicht aus dem verſchiedenen Zuſtande unſerer Atmoſphäre erklären, weil ſich zu derſelben Zeit der *Schatten des Ringes* auf der Kugel des Planeten in allen ſeinen Theilen *gleich deutlich* zeigte. Die Urſache derſelben muß alſo in einer *Atmoſphäre des Ringes ſelbſt* und in den darin vorgehenden Veränderungen geſucht werden. Für dieſe Exiſtenz der Ringatmoſphäre ſpricht auch noch eine Beobachtung *Herſchel's*, indem Er zu der Zeit, als nur noch ein ſehr kleiner Theil der Kugel unter dem vorderen Bogen des Ringes hervorragte, dieſen Theil viel ſpitziger ſah, als ſonſt, da er doch wegen ſeiner Abplattung ſtumpfer ausſehen ſollte. Der Schatten, welchen der Ring auf die Kugel wirft, iſt nicht immer von gleicher Farbe: oft ganz ſchwarz, oft theilweiſe nur ſchwach grau, oft ganz unſichtbar.

Wenn die Sonne ſchon die breite Fläche des Ringes beſcheint und die Erde noch auf der dunklen Seite deſſelben ſteht, ſo zeigt ſich demungeachtet auch noch die Schärfe des Ringes beleuchtet, welches ebenfalls bloß eine Wirkung der Ringatmoſphäre ſeyn kann. Der Raum zwiſchen dem Planeten und dem Ringe erſcheint nach Schröter immer ſo tief dunkel, daß dieſer Anblick nicht blos dem Contraſte des nahen beleuchteten Ringes zugeſchrieben werden kann, und es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß dieſer Zwiſchenraum durch etwas ausgefüllt iſt, was mit der Atmoſphäre des Planeten und ſeines Ringes in Verbindung ſteht.

Der Ring iſt beſonders zu der Zeit, wo er als eine gerade Linie erſcheint, nicht gleichförmig beleuchtet, ſondern man unterſcheidet auf ihm deutlich mehrere helle und dunkle Stellen, er iſt alſo keine Ebene, ſondern eine mit *großen Gebirgen* bedeckte Fläche. Auch nachher, wenn die Sonne ſchon die breite Fläche des Ringes beleuchtet, erſcheint er noch unter derſelben Geſtalt, wegen der langen Schatten, welche die Berge bei Aufgang der Sonne werfen. Je höher aber die Sonne für die Ebene des Ringes ſteigt, deſto kürzer werden dieſe Schatten, und wenn ſie endlich beinahe gänzlich verſchwinden, zeigt ſich die Kante des Ringes wie eine *wellenförmige* Linie, genau wie das Profil einer langen Gebirgskette. Beſonders merkwürdig iſt die in der That erſtaunenswürdige Höhe dieſer Berge in Beziehung gegen die *Dicke* des Ringes, auf welchen ſie, als auf ihrer *Baſis* ſtehen. Wir haben geſehen, daß die Berge Merkurs, die verhältnißmäßig die höchſten aller Planeten ſind, doch kaum den 260ſten Theil ſeines Durchmeſſers betragen, während die Höhe

ſcheinbaren Kleinheit ihrer kaum auf 1″ anzuſchlagenden Durchmeſſer, jene Linie aber doch noch ſehr bemerklich überſchritten.

* In dieſer *hiſtoriſchen* Beziehung will ich jedoch der oben gemachten Anführung, „daß den *Alten* vom Saturnsringe gar Nichts bekannt geweſen ſey," noch die mir eben aufſtoßende, höchſt merkwürdige Notiz hinzufügen, *daß die Indier ſchon auf ihren früheſten Sternkarten den Saturn mit einem Ringe abgebildet haben.* – Dieß würde an *Bailly's* berühmte Hypotheſe erinnern; ich bedaure, die Stelle ſeines Werkes, wo ſich die Notiz findet, nicht gleich näher angeben zu können.

** Ich bevorworte, daß andere Aſtronomen den hier nach *Littrow* und *Schröter* vorgetragenen Vermuthungen nicht unbedingt beiſtimmen; indeß habe ich mich nicht für berechtiget gehalten, dieſe abweichenden Anſichten deßhalb den Leſern vorzuenthalten. *Schröter* beſonders war ein ſehr ſorgſamer Beobachter, und Manches von Demjenigen, was die *nächſte* Zeit nach Ihm verworfen hat, iſt durch die *neueſte* Zeit gleichwohl nicht weniger wieder hergeſtellt worden.

der Berge des Saturnringes die Dicke dieſes Ringes beinahe zweimal übertrifft, indem ſie ſich oft bis 200 Meilen über ihre Ebene erheben; ja meiſtens ſteht jedem dieſer hohen Berge auf der anderen Seite des Ringes ein ähnlicher genau gegenüber, ſo daß dieſe Berge gleichſam durch den Ring durchzugehen ſcheinen, und daß die Entfernung des oberſten Gipfels von dem unterſten oft fünf bis ſechs hundert Meilen beträgt, und daß endlich das Volumen derſelben ſelbſt den Merkur an Größe übertrifft. Solche Maſſen kann man nicht mehr als Berge anſehen, die von der dünnen Fläche des Ringes getragen werden, ſondern es ſind wahre Weltkörper, Satelliten, die ſich durch ihre gegenſeitige Adhäſion zuſammen geballt, und dadurch das große Gewölbe gebildet, und den Ring geſchloſſen haben, welcher den Planeten frei umgibt. Vielleicht ſind die ſieben Satelliten, welche den Saturn umgeben, auch nur Trümmer eines anderen geborſtenen Ringes. Während bei der Bildung des gegenwärtigen Ringes mehrere Gebirge in beinahe gleicher Entfernung um den Planeten zu einem feſten Gewölbe ſich an einander reihten, entzogen ſich dieſe ſieben, als die wahrſcheinlich höchſten Berge, der allgemeinen Verbindung, um eigene für ſich beſtehende Körper, die Satelliten, zu bilden; oder vielleicht iſt dieſer Ring auch nur eine, noch nicht zur völligen Entwicklung gelangte Maſſe, die nach der Bildung jener Satelliten übrig geblieben iſt, und aus welcher ſich künftig neue Satelliten entwickeln werden; eine Hypotheſe, welche durch den Umſtand, daß (vergl. vorn) die Bahnen der ſechs erſten Satelliten alle in der Ebene des Ringes liegen, unterſtützt wird.

Dieſe Berge würden uns übrigens, unter der Vorausſetzung ihrer Erſcheinung als Flecken, ſo wie bei den anderen Planeten, ein Mittel geben, die Rotation des Ringes zu beſtimmen. Allein es iſt ſonderbar, daß, wie ich in dieſer Beziehung noch hinzufügen muß, zwei der größten Aſtronomen unſerer Zeit aus ihren Beobachtungen hierüber zwei entgegengeſetzte Reſultate gezogen haben. Nach Herſchel dreht ſich der Ring nämlich in nahe 10 St. 30 M. um ſeine Axe, was auch mit der Theorie vollkommen übereinſtimmt, weil ein Satellit Saturns in der Entfernung des Ringes, nach dem dritten Geſetze Keplers, in derſelben Zeit ſeinen Umlauf um den Hauptplaneten vollenden würde,* und weil ſich ohne dieſe Rotation das Gleichgewicht des frei ſchwebenden Ringes nicht erklären läßt. Nach Schröter aber ſollen die ausgezeichneteſten Berge ihre Lage gegen den Mittelpunct des Planeten gar nicht ändern, und alſo der Ring ohne Rotation ſeyn, oder vielmehr wie unſer Mond erſt während einer Revolution Saturns, alſo während dreißig unſerer Jahre nur einmal ſich um ſeine Axe drehen. Indeß iſt die Richtigkeit der dießfallſigen obigen Herſchel'ſchen Angabe (vergl. vorn), im Widerſpruche mit der Hypotheſe Schröter's, jetzt wohl ziemlich allgemein anerkannt. —

Endlich aber habe ich dieſem Allen denn noch dasjenige hinzuzufügen, was der Dorpater Aſtronom Mädler in ſeinen vortrefflichen „Beiträgen zur phyſiſchen Kenntniß der Himmelskörper unſeres Sonnenſyſtems.“ Weimar. 1841. gr. 4. S. 87 flgd., über den hier betrachteten Planeten Saturn, und namentlich über den Ring, anderweitig beſonderes Neues anführt.

Auf der Saturnkugel zeigt ſich — ſagt Er l. c. — bekanntlich ein (im Allgemeinen auch ſchon von uns vorn nach Hanſen** erwähnter) grauer Streifen ganz nahe beim Ringe (d. h. alſo beim Aequator des Planeten). Ich habe dieſen Streifen bei meinen vielfachen, höchſt ſorgfältigen Beobachtungen in ſeiner Erſcheinung ſtets als vollkommen conſtant erkannt, dagegen aber, für meine Perſon, Nichts von den übrigen mehreren Streifen und Flecken wahrnehmen können, welche man nach Herſchel dem Saturn beilegt (und wie ſie auch unſere

* Mit dieſer intereſſanten Beziehung hebe ich auch den Umſtand hier wieder beſonders hervor.

** Profeſſor und zeitiger Director der Sternwarte Seeberg (bei Gotha). Ich erinnere mich nicht, dieſe beim großen Rufe des ausgezeichneten Aſtronomen wohl auch überflüſſige biographiſche Notiz ſchon ſonſt irgendwo beigebracht zu haben.

Figur mit Beziehung auf das ebenfalls ſchon vorn darüber Geſagte zeigt). Die aus dieſer Mehrheit gefolgerte Aehnlichkeit[*] der Streifen Saturns mit denen des Jupiter (vergl. d. Art. S. 830) ſcheint alſo einer Modification zu bedürfen: beim Saturn zeigt ſich der „graue Streifen am Aequator“ als conſtant und prädominirend; beim Jupiter dagegen iſt kein Streifen prädominirend, ſondern ſie wechſeln die Geſtalt und verſchwinden (l. c. S. 829), theilweiſe zuweilen auch wohl gänzlich. Außerdem aber erſcheint der in Rede ſtehende graue Saturnsſtreifen verhältnißmäßig ſcharf, und läßt ſich gewöhnlich bis hart an den Rand verfolgen, was bei den Jupitersſtreifen nicht in gleichem Maße der Fall iſt.

Dieſe Umſtände ſcheinen darauf hinzudeuten, daß der Saturnsſtreifen nicht eigentlich bloß wolkiger Natur ſey, wie von den Jupitersſtreifen mit großer Wahrſcheinlichkeit präſumirt werden darf, ſondern daß er vielmehr, um unſerer Hypotheſe alsbald den beſtimmteſten Ausdruck zu leihen, eine, vermittelſt der ſteten Ringanziehung auf die Gewäſſer Saturns hervorgerufene, gleich ſtete hohe Fluth in der entſprechenden äquatorealen Region des Planeten zur Urſache habe, wodurch jene ſeine Conſtanz und die Regelmäßigkeit ſeines Anſehens hinreichend erklärt werden würden. Zwar wiſſen wir allerdings nichts Poſitives über die Stoffe, welche die Oberflächen der übrigen Geſtirne ſelbſt nur unſeres Syſtems bedecken; allein es bleibt hierbei auch gänzlich dahin geſtellt, in wie weit das ſogenannte „Waſſer“ des Saturn nun eben unſerem irdiſchen Waſſer gleiche. Genug, wenn es dort, wie doch faſt mit Beſtimmtheit anzunehmen ſteht, eine, dieß letztere vertretende, und alſo den hydrauliſchen Bewegungsgeſetzen gleich dieſem unterworfene Flüſſigkeit[**] gibt, ſo darf die Anziehung des Ringes gegen dieſelbe, alſo die prätendirte Fluth und mithin die darauf und nur darauf zu beziehende Entſtehung des Streifens nicht bezweifelt werden. —

Denkt man ſich — ſo fährt unſer Mädler nun weiter fort — hiernächſt einen Standpunct auf der inneren Kante des den Saturn, wie geſagt, ganz frei, etwann wie ein ſchmales,[*] pfeilerloſes Bogengewölbe, umſchwebenden Ringes, z. B. einen Beobachter in B unſerer Figur 2 der Tafel XIV., ſo müßte der ſich dort darbietende Anblick einem dahin verſetzten und alſo daran noch nicht gewöhnten Erdbewohner mit dem größten Staunen erfüllen. Im Zenith (Z der Figur) und ſo nahe[**] über ſich die ungeheure glänzende Saturnkugel mit dem beſchriebenen Fluthgürtel ätheriſchen Saturnwaſſers; rechts und links der den Zuſchauer tragende Boden ſich (wie man leicht einſieht) zum Himmelsbogen erweiternd, der, immer ſchmaler erſcheinend, die Kugel umfaßt und ſich hinter ihr ſchließt; — in der That, „das ganze Sonnenſyſtem hat keine Lokalität aufzuweiſen, welche dieſem großartigſten aller Phänomene vergleichbar wäre!“

[*] Ich wünſche, die Leſer durch dieſe, zugleich in das Gebiet planetariſcher Analogie, welches ich gern betrete, führenden Betrachtungen auch angenehm zu beſchäftigen.

[**] Daß ein ſolches, und zwar ſehr ätheriſches Fluidum dem Saturn nicht fehlen werde, ſcheint ſchon aus der geringen Dichtigkeit dieſes Planeten hervorzugehen. Ich habe dieſe Dichtigkeit vorn zu $^1/_8$ der Erddichtigkeit berechnet; Beſſel's, des verewigten Königsberger Aſtronomen, ſehr genaue Unterſuchungen geben dieſelbe, wie ich noch finde, unter $^1/_7$, alſo nahe eben ſo.

[*] Dieſe „Schmalheit“ der Ringkante, auf welcher wir den Beobachter B in unſerer Figur annehmen, könnte, wie ich das weiß, für manchen Leſer doch etwas Störendes mit ſich führen; ich bemerke alſo, zur Beſeitigung dieſes Gefühls, daß nach Mädler die Ausdehnung der (inneren) Kantenfläche in der Breite doch allermindeſtens immer noch auf 30 Meilen angeſchlagen werden darf.

[**] Die Leſer erinnern ſich aus den Eingangs angeführten Dimenſionen, daß der freie Abſtand der innerſten Ringkante von der Oberfläche Saturns (das B Z unſerer Figur) nur etwann 6000 unſerer Meilen beträgt.

Mit einer ſo herrlichen Andeutung des würdigen Mädler über Saturnpracht beende ich denn auch meine Beſchreibung dieſes Planeten und ſeines wunderbaren Ringes, den Leſern, welche die dadurch angeregten Ideen weiter verfolgen wollten, Nürnberger's „Skizzen der Topographie des Himmels.“ Kempten, Dannheimer. 1837. 8. empfehlend, deren erſter Abſchnitt * ſich in demſelben Sinne noch ausführlicher mit dem Ringe beſchäftiget.

Saturnicentriſch, Saturnilabium, ſ. Jovicentriſch, Jovilabium, wo zwar hierher, als auf beſondern Artikel, verwieſen iſt, welche ich indeß bei näherer Betrachtung überflüſſig finde, da die beiden erſteren Ausdrücke in Bezug auf den Saturn ſchlechterdings nichts Anderes, als die beiden letzteren in Bezug auf den Jupiter ſagen, ſo daß die Anwendung gleich gemacht iſt. Ich bemerke für Liebhaber bloß, daß Sie eine ſehr ausführliche Anleitung zur Verfertigung eines ſolchen „Saturnilabiums“ beim Lalande „Astronomie.“ §. 2994. antreffen.

Schaltjahr und **Schalttag,** ſ. Jahr, S. 803, und Kalender, S. 840.

Schatten; Umbra; *Ombre.* Der Schatten (in optiſcher Beziehung; — vom Schatten bei zeichnender Darſtellung iſt hier nicht die Rede) iſt Mangel oder Beraubung des Lichtes durch einen im Wege ſtehenden dunklen Körper. Die vom Lichte abgewendete Seite eines dunklen Körpers, z. B. die von der Sonne abgekehrte Nachthalbkugel der Erde, wird nicht erleuchtet, weil der Körper ſelbſt das Licht nicht durchläßt, und man ſagt daher von ihr, ſie ſtehe im „Schatten.“ Auch andere Körper, welche ſich hinter einem dunklen finden, z. B. der vom Erdſchatten getroffene Mond, werden nicht erleuchtet, indem der zwiſchen-liegende dunkle Körper den geradlinigen Fortgang der Lichtſtrahlen hemmt. Daher werfen dunkle Körper auf hinter ihnen liegende (hinter ſie tretende) in gerader Linie, dem Lichte gegenüber, „Schatten.“ An ſich könnten dieſe Schatten, welche nur etwas Negatives ſind, nicht geſehen werden; wenn ſie ſich aber von erleuchteten Theilen umringt oder begrenzt finden, ſo bemerkt man dieſe ihre Grenzen; und dadurch fallen auch ſie in das Auge (das obige Beiſpiel der allmälig in den, ſich dabei auf ihre abzeichnenden Erdſchatten eintretenden hellen Mondſcheibe macht die Sache unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte am anſchaulichſten). — Der „Schatten“ ſpielt aber (vergl. namentlich Finſterniſſe, Gnomon) in unſerer Wiſſenſchaft eine ſo wichtige Rolle, daß ich in mehreres Detail darüber eingehen muß.

Iſt der leuchtende Körper eine Kugel, ſo bilden die Grenzen, in welchen der Schatten der dunklen Kugel enthalten iſt, entweder cylindriſche oder coniſche Räume: der Schatten der dunklen Kugel iſt cylindriſch, wenn ſie gleichen Durchmeſſer mit der leuchtenden hat; coniſch, wenn die Durchmeſſer ungleich ſind. Iſt im letzteren Falle die dunkle Kugel größer, ſo wird der Schatten, wie ein umgekehrter abgeſtumpfter Kegel, immer breiter, je weiter er fortgeht (und heißt dann — vergl. Erleuchtung, S. 394 — becherförmig); iſt aber die dunkle Kugel die kleinere, ſo läuft er in eine Spitze aus.* Letzteres iſt der (unſer) ſchon oben als Beiſpiel hervorgehobene Fall bei den Schatten, welchen die Planeten und Monde, als dunkle Körper, der ſelbſtleuchtenden Sonne gegenüber, von ſich wer-

* Der ganze Abſchnitt iſt, recht gut überſetzt, in der Schwediſchen *„Stats-Tidning,“* Nr. 123. vom 30. Mai 1839 flgd., abgedruckt, und hat ſelbſt die Aufmerkſamkeit des damals regierenden Königes (Bernadotte) auf ſich gezogen, von welchem der Verfaſſer dafür mit der großen goldenen Medaille: „Illis quorum meruere labores“ beehrt worden iſt. — Warum ſollte aber eine, im fernen Auslande ſo wohl aufgenommene Arbeit nicht mit noch größerem Rechte dem deutſchen Vaterlande empfohlen werden dürfen?

* In dieſem Falle bezieht ſich das Geſagte nur auf den alsdann vom Halbſchatten zu unterſcheidenden Kernſchatten (vgl. beide beſonderen Artikel und auch gleich hinten).

fen, wie dieß die Fig. 3 der Tafel XIV. bei ABEFH deutlich zeigt.

Setzt man alsdann den Halbmeſſer SB der leuchtenden Kugel = R, der (kleineren) dunkeln = r, den Abſtand SC der Mittelpuncte = d, die Länge des Schattens, wie derſelbe von CF anhebt, bis an die Spitze H, d. h. CH = l, ſo hat man wegen der ähnlichen Dreiecke SBH und CFH

$$SB : CF = SH : CH,$$

d. i. $R : r = d + l : l$,

alſo $R - r : r = d : l$, woraus

$$l = \frac{rd}{R - r}$$

folgt. Aus dieſer Formel findet man ſogleich die Länge des Schattens, wenn z. B. die Halbmeſſer der Sonne und des Planeten, nebſt dem gegenſeitigen Abſtande beider Weltkörper, gegeben ſind.

Exempel: Es iſt (Erde, S. 367), wenn der Erdhalbmeſſer r = 1, der Sonnenhalbmeſſer R = 112, die Entfernung der Sonne von der Erde (Durchgang, S. 243) d = 24000 Erdhalbmeſſern. So wird $l = \frac{1 . 24000}{112 - 1} =$ 217, alſo die Länge des Erdſchattens = (etwann)* 217 Erdhalbmeſſern. — Man ſieht hieraus, daß der nur 60 Erdhalbmeſſer von uns entfernte Mond, wenn er der Sonne gegenüber kommt, ſehr wohl in den Erd-„Schatten“ gerathen kann, worüber ſich das Weitere nun im Art. Finſterniſſe, S. 462, findet.

Der Schatten dagegen, welchen ein lothrechter Körper, wie AB, Fig. 4. der Tafel XIV, auf eine wagerechte Fläche DE wirft, heißt der gerade Schatten (Umbra recta; *Ombre droite*). Wenn man den leuchtenden Körper S als einen Punct betrachten darf, ſo iſt SBC der erſte Lichtſtrahl, welcher auf den Boden DE kommen kann, ohne von AB abgehalten zu werden; alſo wird die Länge des geraden Schattens AC (AB : AC = 1 : tang B oder cot C) = AB cot C; — und eben ſo iſt die Höhe AB (AC : AB = 1 : tang C) = AC tang C, wodurch ſich die Relation zwiſchen der Höhe des Schatten-werfenden Körpers, der Länge des geworfenen Schattens und dem bei C entſtehenden Winkel gegeben findet. Bedeutet demnächſt S den Mittelpunct der Sonnenſcheibe, ſo iſt jener Winkel C des Sonnenſtrahls SC mit der Horizontalfläche (das Complement des Zenith-Abſtandes SBZ) die Höhe der Sonne; und man hat nach dem Obigen die Tangente dieſes Winkels C (dieſer „Höhe der Sonne“) $= \frac{AB}{AC} =$ der Länge des Körpers dividirt durch die Länge des Schattens.

Nach dieſem Princip beſtimmten die Alten die Mittagshöhe der Sonne aus der Länge der durch lothrecht aufgerichtete Obelisken oder Gnomons (vgl. d. A.) geworfenen Schatten, wobei man ſich in unſerer Figur AB als einen ſolchen „Gnomon,“ und DE als eine Mittagslinie zu denken hat. Plinius (H. N. II. 72.) führt davon Beiſpiele an. Am Tage der Nachtgleiche (des Standes der Sonne im Aequator) war der vom Gnomon AB geworfene Mittagsſchatten AC zu Rom um $^1/_9$ kürzer, als die Länge (Höhe) von AB („In urbe Roma nona pars gnomomis deest umbrae“), d. h. für AB = 1, fand man AC = $^8/_9$, woraus $\frac{AB}{AC} = \frac{1}{\frac{8}{9}} = {}^9/_8 = 1{,}125$ folgt. Dieß iſt alſo die Tangente des Winkels C, welcher für dieſen Tag zugleich (beiläufig)* die

* „Etwann?“ Man ermeſſe, daß ſich die Entfernung der Erde von der Sonne in der elliptiſchen Bahn verändert. Der obige Werth iſt nur der genaue mittlere, vorausgeſetzt, daß die entſprechende mittlere Entfernung, ſtatt beiläufig, eben ſo genau durch 24000 Erdhalbmeſſer aus gedrückt würde.

* Denn damit dieß genau der Fall geweſen wäre, hätte die Nachtgleiche (vergl. Frühlingspunct, S. 586) gleich genau gerade im Mittagsmoment eingetreten ſeyn müſſen.

Unter letzterer Vorausſetzung bezeichnet aber hiernächſt S den vom Sonnenmittelpuncte eben dann behaupteten Aequators-Nachtgleichenpunct, demgemäß, da DE den Horizont abgibt, Winkel SCD

Aequatorshöhe von Rom abgibt, die ſich ſolchergeſtalt = 48° 22′ (tang 48° 22′ = 1,125008′) fand. Vermindert man dieſelbe wegen der Refraction, wegen des Sonnenhalbmeſſers * u. ſ. w. um 16′ (d. h. wendet man alle die Correctionen der neueren Aſtronomie darauf an, welche von den Alten zum Theile nicht einmal geahnt wurden), ſo bleiben 48° 6′, demzufolge die Polhöhe (90° − 48° 6′ =) 41° 54′ wird, wie auch neuere Beobachtungen dieſelbe für Rom geben.

Wenn die Sonne eben im Horizonte ſteht, werden die geraden Schatten unendlich lang, d. h. dann wird die ganze Erdfläche mit Schatten bedeckt; dagegen ſind ſie zu Mittage, wo die Sonne die größte Höhe hat, am kürzeſten. Beträgt dieſe Sonnenhöhe SCD, 45°, ſo ſind die geraden Schatten eben ſo lang als die Körper, welche dieſelben werfen, indem dann im rechtwinkligen Triangel unſerer Figur 4. auch ABC = 45°, und folglich AC = AB wird. — Von der Anwendung gleicher vor- und nachmittägiger Schattenlängen der Sonne zur Beſtimmung der Mittagslinie ſehe man letzteren Artikel. In der Geographie aber bekommen die Bewohner gewiſſer Erdſtriche Namen, welche ſich auf die Lage des geraden Schattens daſelbſt beziehen, und worüber man ferner die Art. *Heteroscii*, Umſchattige und Unſchattige vergleichen kann.

Bei den vorauf beſchriebenen Anwendungen der durch die Sonne veranlaßten Schattenlängen iſt jedoch, wie ich deßhalb auch hierher verwieſen habe, wohl zu berückſichtigen, daß dieſes Geſtirn, wie geſagt, nicht ſowohl ein einziger Punct, als vielmehr eine ganze Scheibe iſt, wodurch um den wahren Schatten noch ein Halbſchatten entſteht, welcher die Beſtimmung des Punctes C und damit des Winkels DCS, alſo die ganze Ableitung von Sonnenhöhen daraus ziemlich unſicher macht; und ich will dieß nun vermittelſt der verſprochenen Figur (5 der Tafel XIV.) und mit Beziehung auf den betreffenden Fall recht anſchaulich zu machen ſuchen.

Wäre in dieſer Figur die Sonne S, angenommenermaßen, ein einziger Punct (ihr Mittelpunct), ſo würde die Schattenlänge, wie oben, = AC, und der zugehörige Winkel alſo = ACS ſeyn. Da die Sonne aber vielmehr den merklichen Halbmeſſer SR von nahe 16′ hat, ſo ſendet ſchon ihr Randpunct R einen Lichtſtrahl über AB hinweg, welcher den Boden bereits im Puncte c erreicht; zwiſchen A und c hat man gar kein Sonnenlicht, alldort iſt man im vollen (auch Kern-) Schatten; zwiſchen c und C erhält man neuerdings immer etwas mehr Licht, je mehr man ſich letzterer äußerſten Schattengrenze nähert, an welcher man aus dieſem Halbſchatten (vergl. beide Art.) ſodann wieder in volles Licht tritt. Die Schwierigkeit des genauen Erkennens dieſer Grenze zunächſt ergibt ſich aber hierbei aus dem bloßen Anblicke der Figur, gleichwie dieſe Figur außerdem lehrt, weßhalb wir oben den gefundenen Winkel in der Hauptſache um den Halbmeſſer SR der Sonne vermindert haben. Denn dem letzteren entſpricht Winkel SBR = cBC; BcA als äußerer Winkel iſt aber = cBC + (dem geſuchten) cCB (ACS), daher, um dieß ACS zu erhalten, von ACR, der Sonnen-Halbmeſſer SR (cBC) abgezogen werden mußte.

Da der Schatten allezeit in gerader Linie mit dem leuchtenden und dem dunkeln Körper bleibt, ſo „ſcheint“ er (denn er iſt, wie geſagt, etwas bloß „Negatives“) ſich zu bewegen, ſo oft der eine oder der andere von dieſen Körpern den Ort ändert; ſo laufen z. B. die Schatten der die Sonne oder den Mond be-

alſo in der That die betreffende Aequatorshöhe ſelbſt wird.

Von der andern (aus dem Halbſchatten entſpringenden und ſchon in der folgenden Anmerkung angedeuteten) Unſicherheit dieſes Verfahrens der alten Aſtronomen iſt hinten nochmals die Rede.

* Denn der (vergl. oben) „erſte, den Punct C treffende Lichtſtrahl“ SC gehört nicht eigentlich dem Mittelpuncte, ſondern dem um ihren Halbmeſſer davon abſtehenden oberen Rande der Sonne an; der Winkel bei C wird dadurch ein anderer, daß die Sonne nicht ein einziger Punct, ſondern eine Scheibe von merklichem Halbmeſſer iſt. — Ich komme, wie geſagt, hinten mit einer verdeutlichenden Figur hierauf zurück.

deckenden Wolken, wenn der Wind die letzteren fortführt, auf den Feldern dahin. Indem die Sonne, wie ich in dieſem Bezuge noch bemerke, den Tag über von Morgen gegen Abend geht, bewegen ſich die Schatten feſt ſtehender Körper auf der Erdoberfläche umgekehrt von Abend gegen Morgen; die zur Erläuterung des Verfahrens bei Entwerfung einer Mittagslinie (vergl. d. A.) vermittelſt der Schattenlängen beigebrachte Fig. 1. der Tafel V, um deren Vergleichung ich bitte, mit dem in C errichteten Stifte, zeigt dieß am augenſcheinlichſten.

Bei Mondfinſterniſſen dagegen (vergl. Finſterniſſe, S. 461) folgt der Schattenkegel der ganzen Erdkugel natürlich der allgemeinen Himmels- (Tages-) Bewegung (von Morgen gegen Abend), gleichwie bei Sonnenfinſterniſſen (ibid. S.478) der über die Erde wegziehende Schatten des Mondes der eigenen Bewegung des letzteren (alſo von Abend gegen Morgen).

Schließlich muß ich noch einen, den Gang des Schattens betreffenden merkwürdigen Umſtand hervorheben, deſſen meine Leſer in älteren Lehrbüchern der Geographie erwähnt finden könnten. Bei uns (in unſern Ländern) nämlich, wo die Sonne nie nördlichen Zenithabſtand erlangt, rückt ſie daher auch vom Aufgange an, mit ſtets wachſendem nördlichen (vom nördlichen Durchſchnittspuncte des Meridians mit dem Horizonte — dem Mitternachtspuncte — an gezählten) Azimuth,* immer mehr gegen den Mittagspunct zu; alſo nähert ſich der vormittägige Schatten eines lothrechten Stiftes gleich ununterbrochen der Mitternachtsgegend (die ſchon oben citirte Fig. 1. der Tafel V. zeigt dieß wieder am beſten). In der heißen Zone dagegen — ſprechen wir zuerſt von deren nördlicher Hälfte — widerfährt es jedem Orte, daß die Sonne für ihn jährlich eine Zeit lang mehr nördliche Abweichung hat, als die (nördliche) geographiſche Breite (Polhöhe) dieſes Ortes beträgt, daher die Culmination dann wirklich nordwärts vom Zenith des Ortes erfolgt, in welcher Gemäßheit das nördliche Azimuth der Sonne zu dieſer Zeit zwar täglich vom Aufgange an bis zu einer gewiſſen Grenze wächst, an derſelben aber ſtill ſteht und hiernächſt wieder kleiner wird.* In Folge davon drehen ſich die „Schatten" lothrechter Stifte unter dieſen Bedingungen zwar des Morgens eine Zeit lang gegen Norden, ſtehen aber hernach ſtill, werden ſüdlich und fallen Mittags, ſüdlich vom Zenith in die Mittagslinie (wie es, da die Sonne, angegebenermaßen, nordwärts von demſelben culminirt, ganz natürlich iſt). Nachmittags hat ein ſolcher Erfolg begreiflich in entgegengeſetzter Art Statt; — gleichwie der ganze Vorgang eben ſo für die ſüdliche Hälfte der heißen Zone eintritt, ſobald die ſüdliche Abweichung der Sonne größer als die ſüdliche geographiſche Breite des betreffenden Ortes wird. — Dieſes „Zurückgehen der Schatten" wird, wie geſagt, von den älteren Geographen: Varenius,**

* Der Ausdruck „nördliches" Azimuth könnte meine Leſer bei Vergleichung dieſes Artikels befremden; es ſoll damit aber, wie geſagt, nur das Zählen vom Mitternachtspuncte (ſtatt, wie gewöhnlich, vom Mittagspuncte) an bezeichnet werden.

* D. h. die Sonne geht unter dieſen Bedingungen zwar anfänglich auf die Mittagsgegend zu, kehrt aber nachher gleichſam wieder um und culminirt in der That auf der Nordſeite des Zeniths. — An einem Globus kann man ſich dieß ſehr anſchaulich machen: man nehme einen Ort z. B. 10° nordwärts vom Aequator, gebe der Sonne zugleich 15° nördlicher Abweichung und ziehe den entſprechenden Parallelkreis, ſo wird man gleich ſehen, wie deſſen Richtung zwar anfänglich allerdings eine ſüdliche iſt, in den höheren Puncten aber ſodann nördlich wird, und im höchſten (dem Culminations-) Puncte (15 — 10 =) 5° nordwärts vom Zenith fällt.

** **Varenius** (Bernhard), über welchen man biographiſche Notizen meiſtens vergeblich ſucht, gebürtig aus England, lebte als Arzt zu Amſterdam, wo er 1660 geſtorben iſt, und war leidenſchaftlicher Liebhaber der Geographie. Sein oben gemeintes Werk über dieſe Wiſſenſchaft iſt die

Wolf (dem bekannten und berühmten Kanzler der Univerſität Halle), als eine Merkwürdigkeit der heißen Zone hervorgehoben; ein gewiſſer Widder hat eine eigene Diſſertation: „De Solis et umbrae stili retrogradatione.“ Groning. 1760. 4., darüber geſchrieben, und Käſtner (der Göttinger Mathematiker) handelt in ſeinen „Aſtronom. Abhandl. 1ſte Samml. Gött. 1772. 8. S. 244 flgd. beſonders inſtructiv davon. — Mit dieſen Literar-Notizen beende ich aber den gegenwärtigen Art. über „Schatten.“

Scheibengeſtalt der Geſtirne, ſ. Planeten, wo ſchon der Umſtand, daß die Planetenkugeln aus ihrer größeren Nähe im Fernrohre als ſolche „Scheiben“ erſcheinen, wogegen ſich die unendlich entfernteren Fixſterne auch bei den ſtärkſten Vergrößerungen nur als untheilbare Puncte darſtellen, hervorgehoben iſt. Jene Erſcheinung der näheren Weltkörper: der Kugeln der Sonne, des Mondes, der Planeten, unter der Geſtalt von (Kreis-) Scheiben rührt aber daher, daß wir von ihnen bloß die dem Auge zugekehrte Hälfte ſehen, welche von dem letzteren in ihrer Projection an der Innerfläche der eingebildeten Himmelshohlkugel natürlich nur als Fläche (Scheibe) empfunden werden können, wogegen ſich die wirkliche Kugelform erſt beim Betaſten ringsumher (wofern dieß möglich wäre) ergeben würde. — Eines Mehreren wird es aber zur Erklärung dieſer Erſcheinung der Körper unſeres Sonnenſyſtems unter der „Scheibengeſtalt“ bei der ihnen ſämmtlich gemeinſchaftlichen Kugelform nicht bedürfen.

Scheinbare Bewegung, Entfernung, Größe, ſ. Bewegung, Entfernung, Größe, ſcheinbare.

Scheinbarer Ort, ſ. Ort, ſcheinbarer.

Scheitel-Abſtand, ſ. Abſtand vom Scheitel.

Scheitelkreis, Verticalkreis, Verticalcirkel; Circulus verticalis; *Vertical,* Cercle vertical. Jeder größte Kreis der Himmelskugel, welcher durch das Zenith und das Nadir geht, heißt ein „Scheitelkreis,“ und man kann alſo durch jeden Punct des Himmels oder durch jedes Geſtirn einen Scheitelkreis legen. Alle dieſe Kreiſe aber ſtehen auf dem Horizonte ſenkrecht, eben weil ſie durch das Zenith und das Nadir, als deſſen Pole, gehen. Sie ſchneiden den Horizont in zwei entgegengeſetzten Puncten, und werden von ihm (wie alle größten Kreiſe von einem größten Kreiſe) halbirt. In Bogen dieſer Scheitelkreiſe finden ſich die Höhen und Scheitel-Abſtände der Geſtirne (vergl. beide Art.) angegeben.

Es folgt hieraus, daß nicht weniger auch durch jeden Punct des Horizonts ein „Scheitelkreis“ geführt werden kann. Von dieſen Kreiſen heißt derjenige, der durch den „wahren“ Morgen- und Abendpunct (vergl. beide Art.) geht, der erſte Scheitelkreis (Verticalis primarius; *le premier vertical*). Auch der Mittagskreis am Himmel gehört zu den „Scheitelkreiſen“ (geht zugleich durch die Weltpole und durch das Zenith und Nadir, und iſt alſo, gleichwie auf dem Aequator, auch auf dem Horizonte perpendicular). Dieſe Scheitelkreiſe endlich gehören zur „unbeweglichen“ Himmelskugel (S. 760)*; alſo treten die Geſtirne bei der täglichen Bewegung jeden Augenblick in einen andern Scheitelkreis.

Scheitellinie, Verticallinie, lothrechte Linie; Linea verticalis; *Ligne verticale;* Ligne à plomb. Die durch Zenith und Nadir gehende Gerade, welche alſo die Axe des Horizonts abgibt und mit der betreffenden Horizontalebene rechte Winkel macht. Da die Richtung der Schwere, wie die Erfahrung lehrt, an jedem Erdorte auf der Oberfläche ſtillſtehenden Waſſers, d. h. auf der Horizontalebene ebenfalls lothrecht ſteht, ſo iſt dieſe Richtung mit der der Scheitel-

„Geographia universalis, in qua explicantur affectiones generales Telluris.“ Cantobrig. 1672. 8.

* Es iſt zwar dort nur der Meridian, als alſo einer von ihnen, namentlich angeführt, welches ſonach auch hinreichen würde; indeß bitte ich, hinter dieſem Worte „ſammt den übrigen Scheitelkreiſen“ hinzuzufügen.

linie Einerlei. Alſo fallen ſchwere Körper, wenn ſie frei ſind, in der Scheitellinie, und dehnen einen Faden, an welchem ſie ſich befeſtiget finden, nach dieſer Linie aus. Daher gibt die Richtung des Bleilothes (Senkbleies, *à plomb*) die Scheitellinie an. Ausnahmen hiervon wegen der Gravitation gegen hohe Berge werden in dieſem Artikel (S. 714 flgd.) erörtert.

Die „Scheitellinie“ iſt der gemeinſchaftliche Durchſchnitt aller Scheitelkreiſe, und jede durch ſie gelegte Ebene (ebene Fläche) heißt eine Scheitelfläche (Verticalebene): dergleichen ſind die Mittagsfläche, gleichwie die Ebenen aller übrigen Scheitelkreiſe, welche ſämmtlich auf dem Horizonte lothrecht ſtehen.

Scheitelpunct und **Scheitelmeſſer,** ſ. Zenith und Zenithſector.

Schiefe Aufſteigung, ſ. Aufſteigung, ſchiefe.

Schiefe der Ekliptik; Obliquitas eclipticae; *Obliquité de l'écliptique.* Der Winkel, welchen die Ebene der Ekliptik mit der Ebene des Aequators (oder, wenn man ſich zunächſt auf die erſtere bezieht, die — vergl. d. Anmerk. — Ebene des Aequators mit jener) macht, das Complement des Winkels der Rotationsaxe der Erde* mit der Bahnebene ($66\tfrac{1}{2}^{\circ} + 23\tfrac{1}{2}^{\circ}$, wie ich anticipirend bemerke, $= 90^{\circ}$). Die Ekliptik (ſ. d. A.) iſt die Bahn, die von dem Planeten Erde alljährlich um die Sonne beſchrieben wird, wogegen der Aequator die Richtung beſtimmt, nach welcher die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Axe erfolgt. Die Ebene dieſer letzteren (des Aequators) fällt aber dabei nicht mit der Ebene der Ekliptik zuſammen: beide Ebenen machen vielmehr einen Winkel mit einander; und dieſer Winkel* heißt nun eben die „Schiefe der Ekliptik.“ Dieſelbe iſt alſo das Maß der Neigung der (vergl. die Anmerk.) parallelen Ebenen der täglichen Umwälzung (Rotation) gegen die Ebene des jährlichen Umlaufes (Revolution). — Da ſo viele Erſcheinungen am Himmel von dieſen beiden vereinigten, unter der gedachten gegenſeitigen Neigung der Ebenen der Rotation (des Aequators) und der Revolution (der Ekliptik) vor ſich gehenden Bewegungen abhangen, ſo hat die Größe des betreffenden Winkels (der „Schiefe der Ekliptik“) einen ungemeinen Einfluß auf die meiſten aſtronomiſchen und geographiſchen Beſtimmungen;** und ich muß daher in ein meh-

* Die neuere Aſtronomie dehnt den Begriff auch auf die andern Planeten aus; ſie nennt (Gruithuiſen „Naturgeſchichte des geſtirnten Himmels.“ München. 1836. gr. 8. S. 232.) z. B. „Schiefe der Jupitersekliptik“ den Winkel, welchen der Aequator des Jupiter mit der Ebene der Bahn des Jupiter um die Sonne macht; und wir ſind (vergl. namentlich auch den Art. Jupiter, S. 831) dieſem Beiſpiele durchgängig gefolgt.

* Man nehme eine (Kreis-) Scheibe, durch deren Mittelpunct ein auf ihr ſenkrechter Stab geht, welcher die Rotationsaxe der Erdkugel vorſtellen ſoll, ſo gibt die Scheibe die Ebene des Erdäquators ab. Jene Axe neige man gegen den Rand einer runden Tiſchplatte als Ebene der Ekliptik (Bahn der Erde um die Sonne) unter dem obigen Winkel der $66\tfrac{1}{2}^{\circ}$, ſo macht die Aequators-Ebene mit letzterer Ebene (der Ekliptik) den Ergänzungs-Winkel von $23\tfrac{1}{2}^{\circ}$; und dieſer Winkel beider Ebenen mit einander iſt, wie geſagt, die „Schiefe der Ekliptik.“ Führt man jetzt die Axe in unveränderter Richtung (ſie ſich ſelbſt parallel erhaltend) um den ganzen Tiſchrand, und verſetzt zugleich die Scheibe in (rotirende) drehende Bewegung, ſo hat man die vereinigte tägliche und jährliche Erdbewegung, und ſieht augenſcheinlich, daß dabei der Winkel der Schiefe immer derſelbe bleibt. — Dieß Gleichniß wird die Sache für weniger geübte Leſer zunächſt unter dem eigentlichen Geſichtspuncte der Bewegung der Erde am beſten aufhellen; nun werde ich aber ſogleich eine nicht umlaufende, vielmehr von der Sonne umlaufene Erde annehmen, und durch dieſe Annahme die Vorſtellung noch mehr erleichtern können.

** Ich erinnere daran, daß die „Schiefe der Ekliptik“ den Wechſel der Jahreszeiten, die Tag- und Nachtlängen u. ſ. w. als die für uns allerwichtigſten

reres Detail über den Gegenſtand eingehen.

Nachdem wir aber ſolchergeſtalt nun erſt den Urſprung der „Schiefe“ aus dem Nichtzuſammenfallen der Rotations- und der Revolutions-Ebene eingeſehen haben, ſo will ich jetzt, wie wir ſo oft gethan haben, und wie wir wiſſen, daß es für das Reſultat gleichgültig iſt, zur (vergl. d. Anmerk., noch mehreren) Erleichterung der Vorſtellung vielmehr die Erde als von der Sonne umlaufen und alſo als ihrerſeits den Mittelpunct der Bewegung behauptend, annehmen. Unter dieſer Vorausſetzung kann man ſich ſodann die zum Gleichniſſe gewählte Tiſchplatte dagegen als die erweiterte Erdäquators-* Ebene vorſtellen, gegen welche alſo die Sonne den „ſchiefen Kreis“ der Ekliptik (vgl. d. Art. gleich Eingangs) durchläuft, ſo daß die Ebene derſelben (der Ekliptik) ſich demnach im Mittelpuncte der Erdkugel mit jener Aequators-Ebene unter dem Winkel der Schiefe ſchneidet. Nach den Regeln der Sphärik (ſ. d. A.) wird aber ein ſolcher Winkel zweier größten Kreiſe, wie hier des Aequators und der Ekliptik, miteinander, d. h. der obige Durchſchnitts- (Neigungs-) Winkel ihrer Ebenen, durch den Bogen eines dritten größten Kreiſes gemeſſen, welcher ſie beide da, wo ſie am weiteſten von einander abſtehen, alſo 90° von ihren gemeinſchaftlichen Durchſchnittspuncten, trifft. Nun ſind die Durchſchnittspuncte des Aequators mit der Ekliptik die Nachtgleichen (ſ. Aequinoctialpuncte)**; und 90° von denſelben finden ſich in der Ekliptik die Solſtitialpuncte (Sonnenwenden, ſ. auch dieſen Art.), bei welchen demnach jener größte Abſtand Statt hat. Zieht man aber durch einen ſolchen Solſtitialpunct den geforderten dritten größten Kreis auf den Aequator ſenkrecht, alſo durch deſſen beide Pole, ſo bildet er (der Kolur der Sonnenwenden) zugleich einen Abweichungskreis (vgl. wieder dieſen Art.); und derjenige Bogen deſſelben, welcher zwiſchen dem Aequator und dem Solſtitialpuncte enthalten iſt, gibt die Abweichung der Sonne eben für die Zeit, da ſich dieſes Geſtirn in der Sonnenwende befindet. Hieraus folgt der Satz: die Abweichung der Sonne in den Sonnenwenden iſt das Maß der Schiefe der Ekliptik;* und dieſer Satz ſoll uns nun zur genaueren Beſtimmung der Schiefe, welche ich oben, anticipirend, nur beiläufig zu etwann 23½° angegeben habe, verhelfen.

Man nimmt nämlich dazu um jene Zeit der Sonnenwenden, wo ſich die Abweichung ſelbſt mehrere Tage hindurch kaum merklich ändert, und zwar am liebſten in unſerem Sommer** (an unſerem längſten Tage) die Mittagshöhe der Sonne (ihre Erhebung über dem Horizonte), und zieht davon die Aequa-

aſtronomiſchen und geographiſchen Vorgänge bedingt.

* Statt daß wir ſie Eingangs beim Bezuge auf den Erdlauf um die Sonne als Ebene der Ekliptik hatten anſehen müſſen.

** Ich bitte die Leſer, ſich nochmals an die zum Gleichniſſe gewählte und jetzt alſo die erweiterte Ebene des Erd-Aequators vorſtellende runde Tiſchplatte zu ſtellen, welche alſo von der Ebene der Ekliptik in ihrem Mittelpuncte (nach einem ihrer Durchmeſſer) geſchnitten wird; ſo fallen die äußerſten Durchſchnittspuncte (die Durchſchnittspuncte der Kreiſe des Aequators und der Ekliptik) in den Rand der Tiſchplatte, und ſind die „Nachtgleichen-Puncte.“

* Ich führe die Leſer nochmals an den runden Tiſch, als nunmehrige Aequators-Ebene, mit welcher ſich die Ekliptik unter dem Winkel der Schiefe in den Aequinoctialpuncten ſchneidet. 90° von den letzteren liegen die Sonnenwenden, wo die Sonne den größten Abſtand von dem Aequator (von ſeiner Ebene, von der Tiſchplatte) erreicht, woraus alſo ſogleich folgt, daß das Maß dieſes größten Abſtandes (der Abweichung der Sonne in den Solſtitialpuncten) zugleich das Maß der „Schiefe der Ekliptik“ iſt.

** Man zieht die Beobachtung in dieſer Sommerſonnenwende der Winterſonnenwende vor, weil die Mittagshöhe der Sonne um jene erſtere Zeit ſo viel größer und die Meſſung daher ſo viel ſicherer iſt.

torshöhe (die Erhebung des Aequators über dem Horizonte)* des Beobachtungsortes ab; der Reſt iſt offenbar die Abweichung der Sonne (ihr Abſtand vom Aequator) in der Sonnenwende, alſo, wie oben, die Schiefe.**

Hierbei wird aber, wie man ſieht, die Kenntniß der Aequatorshöhe des Beobachtungsortes vorausgeſetzt; kennt man dieſe dagegen nicht, ſo mißt man die Mittagshöhe der Sonne im Sommer- und im Winterſolſtitium, und zieht die letztere (kleinere) von der erſteren ab; die halbe Differenz gibt dann ebenfalls die „Schiefe der Ekliptik." Denn es war (vergl. d. Anmerk.)

im Sommerſolſtitium . . die Mittagshöhe = Aequatorshöhe + Schiefe, ſie iſt, wie man gleich einſieht,
im Winterſolſtitium = ... Aequatorshöhe — Schiefe,
alſo findet ſich die Differenz beider Mittagshöhen*** = . . 2 Mal Schiefe,

oder die Schiefe, wie ich ſage, = der halben Differenz der beiden Mittagshöhen. Und dieſes letztere Verfahren gewährt außerdem den Vortheil, zugleich die Aequatorshöhe ſelbſt anzugeben, indem man, wie der bloße Anblick des obigen Ausdruckes lehrt, Behufs ihrer Beſtimmung, die nun gefundene Schiefe im Sommerſolſtitium ſodann nur von der Mittagshöhe zu ſubtrahiren, und dagegen im Winterſolſtitium zu derſelben zu addiren hat, oder auch gleich bloß die halbe Summe beider Mittagshöhen nehmen kann.

Exempel. Man fand 1830 zu Wien folgende Solſtitialhöhen der Sonne:

am 21ſten Juni (Sommerſolſtitialtage, vergl. Sonnenwenden)	65° 14′ 52″,
am 21ſten Decbr. (Winterſolſtitialtage)	18° 19′ 56″,
Differenz .	46° 54′ 56″,
davon die Hälfte	23° 27′ 28″,
alſo die „Schiefe der Ekliptik" für (vergl. gleich unten) die gedachte Zeit abgibt. Dieſelbe hiernächſt von der Sommerſolſtitialhöhe .	65° 14′ 52″
ſubtrahirt	23° 27′ 28″
Differenz .	41° 47′ 24″,
oder zur Winterſolſtitialhöhe	18° 19′ 56″
addirt	23° 27′ 28″
Summe .	41° 47′ 24″
iſt = der Sommer-Mittagshöhe	65° 14′ 52″,
+ der Winter-Mittagshöhe	18° 19′ 56″,
Summe .	83° 34′ 48″,
dividirt durch 2	41° 47′ 24″
= der Aequatorshöhe von Wien, deren Complement	48° 12′ 36″,

demnach die Polhöhe Wiens ausmacht.

Nach Plinius (H. n. II. 8.) hat zuerſt Anaximander (uns ſchon bekannter Griechiſcher Aſtronom um 500 vor Chriſtus) die Schiefe der Ekliptik gefunden („obliquitatem signiferi intellexisse, hoc est, rerum fores aperuisse traditur primus Anaximander Milesius, olympiade LVIII). Die berühmteſte Beobachtung derſelben aus dem Alterthume iſt aber die von Pytheas, einem zu Maſ-

* Dieſer „Horizont," wenn man bei unſerer verſinnlichenden Tiſchplatte, als Aequatorsebene, bleiben will, iſt derſelben bald hinzugedacht.

** Die Mittagshöhe der Sonne iſt alſo in dieſem Falle des Sommerſolſtitiums = der Aequatorshöhe + der Schiefe (der Abweichung), dagegen im Winterſolſtit. = der Aequatorshöhe — der Schiefe. Ich mache gleich Anwendung hiervon.

*** Indem ich nämlich von der (Aequatorshöhe + Schiefe) ſodann die (Aequatorshöhe — Schiefe) abziehe, kommt 2 Mal Schiefe, denn + Aequatorshöhe hebt ſich gegen — Aequatorshöhe auf.

ſilien, dem heutigen Marſeille, im 3ten Jahrhunderte vor Chriſtus wirkſam geweſenen Aſtronomen, deren Strabo im zweiten Buche der Geogr. erwähnt. Es wird dort angeführt, „Pytheas habe am Tage der Sommerſonnenwende, eben zu Maſſilien, das Verhältniß der Höhe ſeines Gnomons zur Länge des von demſelben geworfenen Schattens (vgl. d. A.) genau* ſo groß als zu Byzanz (Conſtantinopel) gefunden, allwo am längſten Tage das Verhältniß jener Höhe zu dieſer Länge $= 120 : 41^4/_5 = 600 : 209$ ſey. Daraus folgt, nach dem im citirten Artikel dargeſtellten Principe, die Tangente der Sonnenhöhe $= {}^{600}/_{209} = 2{,}87086$, welcher ein Winkel von . . . . 70° 47′ 41″ entſpricht; und dieß war alſo die damalige ſcheinbare Sonnenhöhe zu Marſeille am längſten Tage. Vermindert man dieſelbe (l. c.) wegen Refraction und Parallaxe um 17″, und wegen des Halbmeſſers der Sonne um 15′ 49″, alſo zuſammen um . . . . „ 16′ 6″, ſo bleiben für die wahre Höhe des Sonnenmittelpunctes . . . . 70° 31′ 35″, wovon die Aequatorshöhe** von Marſeille mit . . . . 46° 42′ 12″ abgezogen, für die „damalige“ Schiefe . . . 23° 49′ 23″ läßt. Gaſſendi, der uns mehrfach bekannt gewordene Franzöſiſche Aſtronom des 17ten Jahrhunderts, hat („De proportione gnomonis ad umbram Solstitialem“ in Opp. IV.) dieſe Betrachtung des Pytheas einer ausführlichen Berechnung unterzogen, woraus das Obige entnommen iſt.

Ptolemäus in ſeinem Almageſt dagegen behält im Allgemeinen die dießfallſige Beſtimmung des Eratoſthenes (ſ. d. Art. Erde, S. 353) bei, wonach der gegenſeitige Abſtand der beiden Wendekreiſe, d. h. alſo das Doppelte der „Schiefe,“ $^{11}/_{83}$ des Meridians = 47° 42′ 39″ *, und mithin die „Schiefe“ ſelbſt $\left(\frac{47^\circ\ 42'\ 39''}{2} =\right)$ 23° 51′ 20″ betrug.

Neuere Beobachtungen geben dieſelbe nach der Ordnung ihres Alters übereinſtimmend** kleiner***:

Jahre:	Beobachter:	Schiefe:
v. Chr. 360	Pytheas	23° 49′ 23″
250	Eratoſthenes	23 51 20
n. Chr. 1540	Copernikus	23 28 8
1800 (1. Jan.)	Delambre	23 27 57
1830 (ſ. oben)	Littrow	23 27 28.

Der Grund dieſer noch bis jetzt fortdauernden Abnahme der Schiefe muß aber in einer, ſchon in den Art. Knoten, S. 920, und Perturbationen angedeuteten, perturbirenden Geſammtwirkung der übrigen Planeten**** auf den Mitplaneten Erde

* Dieß würde demnach eine vollkommene Gleichheit der geogr. Breite beider Städte vorausſetzen; ich finde aber die nördliche Breite von Marſeille = 43° 17′ 50″, und von Conſtantinopel 41° 1′ alſo einen Unterſchied von 2° 16′ 50″. Strabo’s Angabe iſt alſo in ſofern nicht genau; und die obige Rechnung bezieht ſich wirklich nur auf Pytheas unmittelbare Meſſung zu Marſeille.

** Die obige (nördliche) Breite von Marſeille . . . . 43° 17′ 50″ läßt für die „Aequatorshöhe“ in der That das Complement . . . 46° 42′ 12″
Summe . 90° „ 2″.

* $^{11}/_{83} \cdot 360^\circ$ = beiläufig $47^2/_3{}^\circ$, genauer = den obigen 47° 42′ 39″.

** Wenigſtens dürfen Abweichungen hiervon nur auf Beobachtungsfehler geſchoben werden.

*** Da dieſe „Abnahme der Schiefe,“ wie wir gleich näher ſehen werden, von einer mehreren Annäherung der Ebene des Aequators an die Ebene der Ekliptik herrührt, ſo mußte ſie ſich bei der Beobachtung aus den verminderten Solſtitialhöhen der Sonne ergeben: die in der letzteren Ebene ſtehende Sonne entfernte ſich, jener Annäherung gemäß, immer weniger weit nördlich und ſüdlich vom Aequator.

**** Ich bevorworte gleich, daß dieſe planetariſche „Säcular“-Perturbation des

geſucht werden, wodurch der Aequator der Erde (ſeine Ebene) zu einer Annäherung an die Ebene der Ekliptik ſollicitirt wird; gegenwärtig iſt die Lage der Knoten jener übrigen Planetenbahnen gegen die Erdbahn (Ekliptik), davon dieſer Erfolg abhängt, fortwährend eine ſolche, welche die Annäherung der Aequatorsebene an die Ebene der Ekliptik, alſo eine ſtete Abnahme ihres gegenſeitigen Abſtandes (die in Rede ſtehende Abnahme der „Schiefe“) begünſtiget; nach einer längeren Zeit wird ſich die Abnahme jedoch wieder in eine Zunahme der Schiefe der Ekliptik* verwandeln, und es wird dieſergeſtalt auch dafür nur ein ſolches (vergl. unten) Hin- und Herſchwanken zwiſchen unüberſteiglichen äußerſten Grenzen Statt finden, wie ich ein ſolches im Art. Himmelsmechanik (S. 777) für die übrigen Störungen von langer Dauer nachgewieſen habe, und wie daſſelbe auf der Abſicht des Schöpfers, die ewige Dauer ſeiner Schöpfung zu ſichern, als auf das höchſte Princip baſirt iſt. Noch iſt in dieſem Bezuge nur zu bemerken, daß nach der bloßen Theorie (vergl. die *„Mécanique celeste“* an den unten citirten Stellen) die durch die betrachtete planetariſche Säcularſtörung verurſachte „Abnahme der Schiefe“ im laufenden Jahrhunderte alljährlich nahe 1/2 Secunde beträgt.

Dieß ſcheint mit den obigen Beobachtungen, welche die Schiefe für 1800
= . . . . 23° 27′ 57″,
für 1830 = ... 23° 27′ 28″,
und alſo für 30 Jahre
eine Abnahme von ſchon „ „ 29″,
und demnach jährlich von 1 ganzen Secunde geben, nicht zu ſtimmen; allein man muß dabei ermeſſen, daß jene theoretiſche Beſtimmung nur die planetariſche Perturbation betrachtet, wogegen ſich mit letzterer bei der Beobachtung diejenige periodiſche Aenderung der Schiefe vermiſcht,* auf welche ich ſchon in der Anmerkung hingewieſen habe und zu deren bevorworteter näheren Betrachtung ich nun übergehe.

Der Erdkörper iſt nämlich (vergl. Abplattung) nicht von reiner Kugelgeſtalt: er iſt ein in ſeiner Aequatorsebene gleichſam mit einem Wulſte mehrerer Materie umgebenes Sphäroid; und auf dieſen „Wulſt“ wirken die vereinigten Anziehungen (namentlich) des Mondes, gleichwie der Sonne, beſonders nach Maßgabe der Lage der Bahnknoten jenes erſteren Geſtirns, dergeſtalt, daß dadurch (nicht nur das auch hiervon abhängige „Vorrücken der Nachtgleichen“ verurſacht, ſondern auch) der „Wulſt“ (die Aequatorsebene) 9 Jahre hindurch der Ebene der Ekliptik näher gedrängt, in den folgenden 9 Jahren aber wieder davon abgerückt (alſo die „Schiefe“ eben ſo lange erſt vermindert und dann vergrößert) wird.** Der mittlere

Erdkörpers überhaupt von der periodiſchen Aenderung der Schiefe der Ekliptik unterſchieden werden muß, welche durch die Wirkung von Sonne und Mond auf ſeine ſpecielle ſphäroidiſche Geſtalt hervorgebracht wird, und auf welche ich erſt unten komme.

* Littrow (der verewigte Wiener Aſtronom: „Populäre Aſtronomie.“ Wien. 1825. 2 B. gr. 8. I. 397) berechnet, daß die Schiefe im Jahre 30000 vor Chriſtus ihr Maximum von 27° 31′ gehabt, dann eine Abnahme, dann wieder eine Zunahme erfahren habe, und im Jahre 6600 nach Chriſtus ihr Minimum von 22° 54′ erreichen werde, wonächſt neuerdings eine Zunahme eintritt. — Leſer, welche dieſe tiefſinnige Unterſuchung ſelbſt weiter verfolgen wollen, muß ich auf die „Mécanique celeste.“ II. 320 flgd. und III. 158 flgd. verweiſen; ich kann mich, im Plane meines Werkes, natürlich nicht weiter darauf einlaſſen.

* Von der Fehlermöglichkeit bei einer die Strenge von Secunden erheiſchenden Beobachtung iſt dabei noch abgeſehen.

** Wäre der Erdkörper genau ſphäriſch, ſo würden Mond und Sonne (nicht nur keinen Rückgang der Aequinoctialpuncte, wie ich denſelben darum im Texte mit erwähne, ſondern) auch nicht die obige periodiſche Veränderung in der „Schiefe der Ekliptik“ hervorbringen; und wir würden dann darin nur diejenige ſäculare Perturbation wahrnehmen, welche ich oben als planeta-

Werth (m) der Schiefe kann durch dieſen periodiſchen Einfluß erſt um 9″ kleiner und dann um 9″ größer werden (aus dieſem Grunde die Grenzwerthe m — 9″ und m + 9″ erhalten), demgemäß der ganze Unterſchied (m + 9″ — [m — 9″] =) 18″ beträgt. — In ein weiteres Detail über dieſen Einfluß der Anziehungen von Mond und Sonne auf das Erdſphäroid kann ich jedoch erſt in dem ſchon citirten Art. Vorrücken der Nachtgleichen und in dem damit verwandten Wanken der Erdaxe (Nutation) eingehen, wohin ich demnach ausdrücklich verweiſe.

Um die nachgewieſene Größe der „Schiefe der Ekliptik“ ſtehen alſo, dem Begriffe gemäß, die Wendekreiſe vom Aequator und die Pole der Ekliptik (gleichwie die durch dieſelben gehenden Polarkreiſe) von den Polen des Aequators ab, indem ſich die Axen größter Kreiſe unter eben den Winkeln wie dieſe Kreiſe ſelbſt gegen einander neigen; und je mehr die Schiefe abnimmt, um ſo mehr nähern ſich demzufolge die Wendekreiſe dem Aequator, und die Polarkreiſe den Polen, d. h. um ſo mehr verengen ſich die heiße und die beiden kalten Zonen, wogegen ſich die gemäßigten in demſelben Verhältniſſe ausdehnen. Könnte eine ſolche Abnahme der Schiefe bis auf 0 Statt finden, ſo daß ein Zuſammenfallen der Ebenen des Aequators und der Ekliptik einträte und die Rotationsaxe des Planeten damit auf der Bahnebene ſenkrecht ſtände, ſo würde ſich die gemäßigte Zone (wie wir dieſen Fall für den Planeten Jupiter, S. 831, nachgewieſen haben) alsdann über die ganze Erdoberfläche verbreiten, und es würde auf ihr eine durchgängige ſtete Gleichheit von Tag und Nacht, und ein ſteter Frühling (oder Herbſt) herrſchen. Herodot (meine gelehrteren Leſer werden ſich die beſtimmtere Stelle ſchon ſelbſt aufſuchen)* gedenkt dagegen einer Tradition der Egypter, der zu Folge die Ekliptik einſtmals vielmehr ſogar ſenkrecht auf der Ebene des Aequators geſtanden habe; allein unſer vorn (und deßwegen mit der Bevorwortung „vergl. unten“) ausgeführter aſtronomiſcher Beweis des bloßen Hin- und Herſchwankens der Schiefe zwiſchen unüberſteiglichen Grenzen ſcheint dawider zu ſprechen. — Mit dieſer intereſſanten Gegeneinanderſtellung aſtronomiſcher Gründe und hiſtoriſcher Behauptungen beſchließe ich übrigens, da die literariſchen Notizen ſchon im Laufe des Vortrages ſelbſt beigebracht ſind, dieſen wichtigen Artikel.

Schifffahrtskunde;* **Tractatus de navigatione, Rerum nauticarum scientia;** *Traité de navigation.* Die Kunſt der Schiffsleitung. Dazu gehört, außer der nächſten techniſchen Kenntniß der Schiffsregierung durch Ruder, Segel ꝛc., beſonders auch die Kenntniß der Geſtirne und der Anwendung davon zur Orts- und Wegbeſtimmung auf dem ſonſt ſpurloſen Ocean, und unter dieſem Geſichtspuncte muß die Schifffahrtskunde allerdings als eine Dependenz der Aſtronomie, und zwar als ihre wichtigſte** Ausübung betrachtet werden.

Freilich würde ſie aber bei conſequenter Verfolgung unter dieſem Geſichtspuncte neben manchen andern bezüglichen, zum Theile ſogar zunächſt beizubringenden Auseinanderſetzungen, eigent-

riſchen Einfluß auf den Mitplaneten Erde, und ganz abgeſehen von deſſen ſpecieller ſphäroidiſcher Geſtalt nachgewieſen habe.

* Ich finde ſie nachträglich in Bailly's „**Histoire de l'astronomic ancienne**“ citirt. „Euterpe“ (II). 142.

* Ich könnte ſelbſt ſagen: Steuermannskunſt; denn wenn man der „Schifffahrtskunde“ auch einen weiteren Kreis von Kenntniſſen anweiſen wollte, ſo ſollte der vollkommene Steuermann doch nicht weniger mit allen dieſen Kenntniſſen vertraut ſeyn. — Daher werde ich im ſpäteren Artikel „Steuermannskunſt,“ ohne weitere Diſtinction, auch ſchlechterdings nur hierher zurück verweiſen.

** Alſo habe ich auch die „Schifffahrtskunde,“ neben der Regulirung des Kalenders, an mehreren Orten unſeres „aſtronomiſchen“ Werkes bezeichnet; die höchſte praktiſche Wichtigkeit bewährt die Aſtronomie in der That gerade nur in dieſen beiden Anwendungen.

lich und beſonders einen vollſtändigen Curſus wenigſtens der ſphäriſchen und außerdem viele Sätze der theoriſchen „Aſtronomie“ (vergl. d. Art. S. 58) erheiſchen.

In dieſer Ausführlichkeit kann ich ſie natürlich um ſo weniger betrachten, als ſich die einzelnen Puncte, welche dabei zur Sprache kommen müßten, auch bereits in eben ſo viel einzelnen Artikeln unſeres Werkes behandelt finden. Ich bevorworte daher, hier gleichſam nur eine Dispoſition der „Schifffahrtskunde“ aufzuſtellen, und wegen des betreffenden Details immer auf diejenigen ſpeciellen Vorträge zu verweiſen, in welchen ſich dieſes entſprechende Detail abgehandelt findet. Solchergeſtalt wird man mindeſtens eine allgemeine Ueberſicht erlangen, welche hiernächſt jeder Leſer, gemäß ſeinem individuellen Verlangen, nach Anleitung jener Nachweiſungen ſelbſt vervollſtändigen kann.

Der erſte und wichtigſte Gegenſtand, auf welchen ich bei Verfolgung dieſes Vortragsplanes in der gewöhnlich angenommenen Ordnung, alſo andeutungsweiſe kommen muß, iſt aber die Magnet- oder Compaßnadel, deren allgemeine Richtung nach Norden und Süden meinen Leſern hinreichend bekannt iſt, um daraus die ganze Wichtigkeit für Beſtimmung des Schiffsweges abzunehmen. Das Nähere darüber findet ſich im Art. Compaß, wo (S. 195) vorzüglich die auf Kenntniß des Sonnenlaufes begründete Methode gelehrt wird, um jedesmal die nach Ort und Zeit verſchiedenen Abweichungen („Mißweiſungen“) einer ſolchen Nadel von der ſtrengen Meridianrichtung zu ermitteln, und jenen Schiffsweg danach genauer zu reguliren.

Mit dieſer, ſolchergeſtalt die Richtung ſeines Seeweges wenigſtens beiläufig (denn ich bringe unten ſtrengere Verfahrungsarten bei) anweiſenden Compaßnadel verbindet der Schiffer ſodann zur Beſtimmung der Länge des zurückgelegten Schiffsweges die Logleine, das „Log,“ deren ohnedieß leicht einzuſehenden Gebrauch man aus letzterem, gleichwie aus dem verwandten Art. Schiffsrechnung, noch genauer kennen lernen kann.

Iſt ihm aber ſolchergeſtalt, außer der Lage des Ortes ſeiner Abreiſe, die inne gehaltene Richtung (der befolgte Windſtrich) nach dem „Compaſſe,“ und die Länge des zurückgelegten Weges nach dem „Log“ bekannt, ſo kann er dieſen Weg nunmehr auf einer ſogenannten „Seecharte“ verzeichnen, deren eigenthümliche Conſtruction die Zeichnung erleichtert, wie ſich alles Erforderliche darüber in dem Art. Landcharte, S. 38 flgd., findet. Zugleich müſſen dem Schiffer aber, z. B. Behufs der Erleichterung ſeines Einlaufens in einen beſtimmten Hafen, die Eintritte von Ebbe und Fluth an den betreffenden Küſten, in Verbindung mit der ganzen Theorie dieſes Vorganges, genau bekannt ſeyn, von welcher Nothwendigkeit ſich der Leſer durch Vergleichung des ausführlichen Vortrages unſeres Werkes darüber noch näher überzeugen kann.

Alle dieſe Ermittlungen ſetzen, wie das Eingehen in die citirten ſpeciellen Hülfs-Artikel lehrt, bereits mehr oder minder aſtronomiſche (gleichwie nicht weniger geographiſche, namentlich mathematiſch-geographiſche) Kenntniſſe voraus; noch mehr aber tritt das Bedürfniß ſolcher aſtronomiſchen Kenntniſſe hervor, wenn hiernächſt von Beſtimmung der Länge (zur See) und Breite (Polhöhe) des Schiffes die Rede iſt. Die oben mit Verweiſung wegen genauerer Methoden hierher gegebene Anleitung zur Verzeichnung des Schiffsweges und der darauf begründeten Schätzung des erreichten Punctes in offener See können, wie man gleich einſieht, doch nur für kurze Strecken der Fahrt dienen, und der Seefahrer iſt alſo faſt immer genöthigt, den Ort des Schiffes auf dem ſonſt (wie ich mich Eingangs ausdrücke) „ſpurloſen Ocean“ unmittelbar nach Länge und Breite zu beſtimmen, welches ohne genaue Geſtirnkenntniß ganz unmöglich iſt. Belehrung hierüber ertheilen aber die eben genannten Artikel unſeres Werkes; und namentlich bin ich über die ſchwierigſte der hierbei vorkommenden Aufgaben im Artikel Länge zur See ſo ausführlich geweſen, als dieß der Plan meines Werkes irgend geſtattet.

Von den, dem Seefahrer dazu vorzugsweiſe nothwendig werdenden Inſtru-

menten: dem Chronometer und dem Spiegel-Quadranten, endlich iſt auch in beſondern Vorträgen nicht weniger ausführlich die Rede; — und ich darf alſo dieſen bloßen Abriß der Hauptmomente der „Schifffahrtskunde," unter der dabei vorausgeſetzten Vergleichung der citirten Einzel-Artikel ſelbſt, in der bevorworteten Weiſe hiermit als vollendet betrachten. Diejenigen Leſer jedoch, denen auch das Reſultat einer ſolchen Vergleichung noch nicht genügen ſollte, muß ich freilich auf die beſonderen Lehrbücher unſerer aſtronomiſchen Disciplin der „Schifffahrtskunde" verweiſen, von denen ich unter den deutſchen Werken Rümker's (des Hamburger Aſtronomen) „Handbuch der Schifffahrtskunde." 4te Aufl. Hamb. 1844. gr. 8. den erſten Platz anweiſe. In Frankreich dagegen wird noch immer Bézout's „Traité de navigation." Paris. 1793. 8., und zwar vorzüglich wegen der ſchönen Klarheit der Darſtellung mit Rechte ſehr hoch gehalten, womit man, was namentlich die hiſtoriſchen Notizen betrifft, Lalandes* „Abrégé de navigation, *historique,* théorique et pratique." Paris. 1793. 4. verbinden kann. — An älteren Werken nenne ich außerdem ſchließlich noch: Röhl's „Anweiſung zur Steuermannskunſt." Greifswalde. 1778. 8. und Bouguer's „Traité de navigation, revu et abrégé par *de la Caille.* Paris. 1760. 8.

* Wie oft der Name Lalande in unſerem Werke auch ſchon citirt worden iſt, ſo habe ich biographiſche Notizen über dieſen Aſtronomen doch noch nicht beibringen wollen, da es mir ſchmerzlich vorkam, dabei anführen zu müſſen, daß er, neben großen Verdienſten um unſere Wiſſenſchaft, den ärgerlichſten Atheismus zur Schau trug. Indeß mag jetzt hier ganz kürzlich ſtehen, daß Jérome Lalande 1732 zu Bourg en Breſſe geboren und 1807 als Director der Pariſer Sternwarte geſtorben iſt. Von ſeinen wirklich unzähligen aſtronomiſchen Schriften habe ich ſeine „Astronomie." (3te Aufl. Paris. 1792. 3 B. 4.; ich citire, wie ſo oft bevorwortet worden, die mir geläufigere zweite Ausg.) für uns vielfach genützt. Der oben erwähnte „Abrégé de navigation" iſt nicht weniger eine ausgezeichnete Arbeit.

Schiffsrechnung; Calculus navigatorius; *Estime.* Ich habe im Artikel Log ein numeriſches Beiſpiel der Ableitung des Schiffsortes auf der See aus (auf der Seecharte) der bis dahin befolgten, vermittelſt des Compaſſes beſtimmten Windrichtung, und der, bloß nach der Logleine abgeſchätzten Länge des zurückgelegten Schiffsweges verſprochen und auch noch im vorangehenden Vortrage über „Schifffahrtskunde" zur Vervollſtändigung darauf verwieſen; hier iſt deßhalb ein ſolches Beiſpiel:

Ein Seefahrer hat, von dem ſeiner Lage nach bekannten Hafen A (Fig. 6. der Tafel XIV.) aus ſegelnd, nach dem Log 32 Seemeilen* in einer alſo durch den Compaß beſtimmten (unveränderten) Windrichtung AB, parallel der Geraden GF, welche Nord-Nord-Oſt bezeichnen ſoll, zurückgelegt; er will wiſſen, wie viel dieß, nord- und oſtwärts gerechnet, ausmache, d. h. wie groß der Unterſchied der Lage des erreichten Punctes B gegen den verlaſſenen Hafen A in geographiſcher Breite und Länge, nach Seemeilen

* Eine „See- (nautiſche, auch italieniſche) Meile wird, wie ich auf dieſe Veranlaſſung bemerken kann, einer Erdminute, dem 60ſten Theile eines Meridiangrades, gleich geſetzt und gewöhnlich zu 5704 Pariſer Fuß angenommen, wonach auf einen ſolchen Grad (60 . 5704 =) 342240 Pariſer Fuß = 57040 Toiſen (zu 6 Pariſer Fuß) kämen, und 4 ſolche Seemeilen nur nahe 1 geographiſche Meile ausmachten. Denn wir haben die letztere, als 15ten Theil des Meridiangrades (Erde, S. 362) = 22869 Pariſer Fuß ermittelt, wogegen 4 . 5704 nicht mehr als 22816 (Differenz = 53) geben. Andere Geographen ſetzen die „Seemeile" deßhalb auch = 5711 Pariſer Fuß, wodurch ſich jene Differenz gegen die Beſtimmungen l. c. doch wenigſtens auf 25 Par. F. ermäßiget findet. Der Grund dieſes Mangels an vollkommenſter Uebereinſtimmung iſt übrigens ebenfalls im citirten Art. Erde hinreichend aufgeklärt.

gerechnet, ſey? er will dieſe Lage des Punctes B ſolchergeſtalt auf ſeiner Seecharte finden und bezeichnen können.

Zu dieſem Zwecke denkt er ſich durch die beiden Puncte A und B (letzteren alſo, als ſeiner Lage nach ebenfalls ſchon bekannt vorausſetzend) die beiden Geraden AC und CB, die erſtere der Richtung Süden-Norden SN, die andere der Richtung Weſten-Oſten WO parallel, und welche beiden Geraden alſo bei C einen rechten Winkel bilden. In dem ſolchergeſtalt entſtehenden rechtwinkligen Triangel ACB ſind ihm demgemäß, außer dieſem rechten Winkel, der Winkel CAB = NDF = der Abweichung der verfolgten Richtung Nord-Nord-Oſt vom Meridian = 22° 30′, und die Seite AB = 32 Seemeilen, bekannt; und er hat demgemäß

$$R : \sin 22^\circ\, 30' = 32 : CB,$$

Log sin 22° 30′ . . .	9,5828397
Log 32	1,5051500
	11,0879897
Log R	10
Log CB	1,0879897,

wozu die Zahl 12,25 = 12¼ (Seemeilen) gehört. Eben ſo findet der Schiffer hiernächſt AC = 29,56; und er weiß alſo nun, daß der Punct B von A genau 29,56 Seemeilen nördlich (in geographiſcher Breite) und 12,25 ſolche Meilen öſtlich (in geographiſcher Länge) liegt, wonach er denſelben, wie der bloße weitere Anblick der Figur zeigt, demnach verlangtermaßen auf der Charte bemerken kann.

Dieß eine Beiſpiel wird hinreichen, um von der Praxis den zur Vervollſtändigung beabſichtigten Begriff zu geben; man ſieht aber zugleich, daß dieſe Methode bei der natürlichen Unſicherheit der Meſſungen durch die „Logleine“ keine beſondere Genauigkeit gewähren kann, und auch nur auf geringe Entfernungen Anwendung findet, daher die unmittelbaren Beſtimmungen der Länge zur See und der geographiſchen Breite des Schiffsortes, wie ich ſie im vorangehenden Art. Schifffahrtskunde andeute, dadurch alſo nicht überflüſſig gemacht werden. — Mit dieſer nothwendigen Bemerkung beſchließe ich den Vortrag über “Schiffsrechnung.“

Schnee; Nix; *Neige;* — und **Schneegrenze**; Linea nivis; *Ligne de neige.* Ich erwähne des, ſonſt in die ſpecielle irdiſche Meteorologie gehörigen „Schnees“ hier nur, um im aſtronomiſchen Bezuge auf den Art. Mars, S. 77 flgd., zu verweiſen, für welchen Planeten wir l. c. einen, unſerem Schnee wenigſtens höchſt ähnlichen Winter-Niederſchlag und ebenfalls eine „Schneegrenze“ mehr als wahrſcheinlich gemacht haben.

Schrauben-Mikrometer, ſ. Mikrometer, S. 118.

Schuh, Fuß (welcher letztere Ausdruck durch ein Verſehen in ſeiner alphabetariſchen Folge übergangen iſt); Pes; *Pied.* Der „Schuh“ oder „Fuß“ iſt das zur Meſſung gerader Linien * gewöhnlich angenommene Maß. Dieſes Maß ſoll eigentlich die Länge eines im vollkommenſten Verhältniſſe gebildeten Manns „fußes“ ſeyn, daher das Wort; die Unbeſtimmtheit hierin macht aber, daß die Fuß- (Schuh-) Maße an den verſchiedenen Orten meiſtens auch verſchieden ſind. In der Aſtronomie wendet man (vgl. Maß) faſt immer nur den Pariſer (oder königlichen) Fuß (Pes Parisinus; *Pied du Roi*), und die 6 ſolcher Pariſer Fußen gleich gerechnete Toiſe, ſeltener den Rheinländiſchen Fuß an; jener Pariſer Fuß iſt der größte von allen, und daher zur Vergleichung der bequemſte. Man theilt ihn bekanntlich in 12 Zoll (digitos, pollices; *pouces*) und in 144 Linien (lineas; *lignes*). Der „Rheinländiſche“ Fuß hält dagegen nur 139,18 ** ſolcher Pariſer Linien, und die oben zu 6 Pariſer Fuß, alſo zu (6 . 144 =) 864 Pariſer Linien angegebene Toiſe hat dagegen in

* Wir haben denſelben (z. B. Erde, S. 362) jedoch nicht weniger als Ausdruck für lineares Bogenmaß gebraucht.

** Bei älteren Schriftſtellern, z. B. bei Gehler, finde ich ſtatt der obigen 139,18 nur 139,13. Letztere Größe iſt auch von mir noch im Vortrage über Pendel, S. 284, angewendet worden.

Rheinländiſchem Maße, wonach auch zuweilen gefragt wird, 893 (Rheinländiſche) Linien = 6 Fuß 2 Zoll 5 Linien* (6′ 2″ 5‴ Rheinländiſch). — Weiteres Detail unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte in den Art. Maß und Meile, denen ich nur noch hinzuzufügen habe, daß von den Schuh- („Fuß-") Maßen der alten Aſtronomen am erſchöpfendſten handelt eine Schrift von Eiſenſchmid: „De ponderibus et mensuris." Argent. 1708. 8.

Schwanken der Erdaxe, ſ. Wanken der Erdaxe.

Schwanken des Mondes („Libration," auch beſonderer Artikel), ſ. Mond, S. 154.

Schwere, allgemeine, ſ. Gravitation (gleichwie die Anmerkung gleich unten).

Schwere der Erdkörper; Gravitas corporum terrestrium; *Gravité des corps terrestres*. Dieſen Namen führt das Beſtreben aller Körper auf der Oberfläche der Erde,** nach Richtungen zu fallen, welche mit der ebenen Oberfläche des ſtillſtehenden Waſſers rechte

* Der Pariſer („Schuh") Fuß hat 144 Pariſer Linien, der Rheinländiſche Fuß 139,18 Pariſer Linien, Unterſchied auf 1 Fuß 4,82 Pariſer Linien, und alſo auf die Toiſe 28,92 Pariſer = ſehr nahe 29 Rheinländiſchen Linien = 2″ 5‴, wie oben.

** Die Schwere, als Anziehung der Erde auf die dadurch zum Falle gegen ſie ſollicitirten Körper dargeſtellt, wirkt zwar, ihrer Natur gemäß, mit einer Abnahme, deren Geſetz wir in Gravitation, S. 688 flgd., kennen gelernt haben, auf jede beliebige Ferne hinaus; allein ſobald dieſe Entfernung (vom Erdmittelpuncte) eine, im Verhältniſſe zum Halbmeſſer der Erdkugel (ſ. hinten) bedeutende Größe erlangt, ſo wendet man dafür gewöhnlicher den Ausdruck Gravitation an. So hat z. B. (l. c.) die Wirkung der Erdſchwere bloß mit jener, der größeren Entfernung angemeſſenen Abnahme, übrigens aber ganz als nämliche Anziehung nicht weniger bis zum Monde und weiter hin Statt: der Mond fällt (wenn auch nicht ſo ſtark, doch ſonſt) in demſelben Sinne gegen die Erde; allein bei der Mond-Entfernung von etwann 60 Erdhalbmeſſern ſpricht man gewöhnlicher von der „Gravitation" des Mondes zur Erde. Auch iſt das, was ich hier bevorworte, nicht auf den Planeten Erde eingeſchränkt, ſondern gilt von allen Weltkörpern, namentlich von allen Planeten unſeres Syſtems. Unmittelbar auf der Oberfläche des Jupiter z. B. macht die Schwere (die davon abhängige Anziehung) die dortigen Körper gegen dieſe Oberfläche (vergl. Fall, S. 418) „fallen;" von den Jupitersmonden aus ſo viel größerem Abſtande ſagt man dagegen wieder, „ſie gravitiren gegen ihren Hauptplaneten." — Man ſieht, die Grundurſache iſt in beiden Fällen ganz dieſelbe; der doppelte Ausdruck wird bloß durch die Nebenbedingung des Unterſchiedes der Entfernungen und der daher rührenden größeren oder geringeren Intenſität der Anziehung motivirt; — und Newton betrachtet deßhalb die Schwere der Erdkörper mit Recht auch nur als einen einzelnen Fall des allgemeinen Phänomens der Gravitation.

Zuweilen findet ſich dieſer Unterſchied jedoch genauer ſo beſtimmt, daß man die Grenze der (Kraft der) „Schwere" (im obigen Gegenſatze der „Gravitation" der Erde) da annimmt, wo die Körper eben noch gleichzeitig, alſo in 1 Tage, mit unſerem Planeten rotiren würden, welche Grenze dann ohne weitere Erklärung = 6,67 Erdhalbmeſſern angegeben iſt. Dieß ſoll aber heißen: da der Erdmond in einem Abſtande von 60 Erdhalbmeſſern ſeinen (periodiſchen) Umlauf um die Erde binnen etwann 27 Tagen ausführt, ſo würde ein jene 6,67 Erdhalbmeſſer von ihr entfernter Körper zu einem ſolchen Umlaufe gerade den Einen Tag gebrauchen, indem man (beim Bezuge auf den nämlichen Centralkörper) nach der dritten Keplerſchen Regel (vergl. d. A.) nahe

$$27^2 : 1^2 = 60^3 : 6{,}67^3$$

hat. — „Aus dieſer Entfernung von 6,67 Erdhalbmeſſern," würde man alſo bei die-

Winkel machen.* Es iſt eine allgemeine Erfahrung, daß überall auf der Erdoberfläche *freigelaſſene* Körper zu Boden *fallen*, daß *unterſtützte* auf ihre Unterlagen *drücken*, und daß z. B. an Fäden aufgehängte dieſe Fäden, von denen ſie getragen werden, *ſpannen*. Unterſucht man aber die Richtungen dieſes „Fallens,“ „Drückens,“ „Spannens“ mit Ausſchluß aller fremden Einwirkungen (z. B. der ſtörenden Anziehung benachbarter großer Gebirgsmaſſen, davon im Art. *Gravitation*, S. 714, die Rede iſt), ſo findet man ſie, angegebenermaßen, ſtets genau lothrecht auf der Horizontal-Ebene (Waſſerfläche), ſo daß man demnach dieſe lothrechte Richtung des Falles bei der Definition der Schwere** der Körper des Planeten Erde (oder vielmehr *aller* Geſtirne) ſicher zu Grunde legen darf.

Wäre die Erde alſo eine *vollkommene* und zugleich *ganz* mit Waſſer bedeckte *Kugel*, ſo würden *alle* Fallrichtungen auf ihrer Oberfläche, als überall auf der Waſſer- (*Kugel*-)* Ebene ſenkrecht, ſtreng in der Kugel *Mittelpuncte* zuſammenlaufen. Da der Erdkörper aber (vergl. *Abplattung*) vielmehr ein *Sphäroid* iſt, ſo gehen die Richtungen der Schwere, wie man leicht einſieht, eigentlich nur unter dem *Aequator* und den *Polen* genau nach dieſem Mittelpuncte; der Unterſchied iſt aber bei der Geringfügigkeit der Ellipticität ſo unbedeutend, daß ich ihn hier nur, um einem Scrupel zu begegnen, andeute, und um ſo weniger gleich weiter darauf eingehe, als uns die Artikel *Schwerpunct* und *Schwungkraft* doch in verwandte Unterſuchungen verwickeln werden.

Ein Körper, welcher der ſolchergeſtalt bedingten Richtung frei folgen kann, fällt nach den Geſetzen, die in *Fall der Körper* ausführlich nachgewieſen ſind. Bei dieſem „freien *Falle*“ iſt es danach Einerlei, ob der Körper aus mehr oder weniger Theilen beſteht,** indem jeder einzelne Theil ſo geſchwind als jeder andere getrieben wird, und mithin das Ganze um Nichts geſchwinder, als jeder ſeiner Theile fällt. Iſt der Körper aber dagegen *unterſtützt*, und zeigt ſich das Fallbeſtreben alſo durch *Druck* auf die *Unterlage*, oder überhaupt auf das den Fall verhütende Hinderniß, ſo iſt die Menge der Theile des betreffenden Körpers nicht mehr gleichgültig; denn da dieſes Hinderniß dem Falle *aller Theile* entgegenſtehen muß, ſo findet ſich daſſelbe natürlich um deſto mehr gedrückt, je größer die Anzahl der drückenden (der „*ſchwe-*

ſer Annahme beſtimmter ſagen, „*fallen* die Körper noch zur Erde; aus einer größeren *gravitiren* ſie gegen dieſelbe.“

* Dieß würde noch einen andern, obwohl auch verwandten Unterſchied zwiſchen „*Schwere*“ und „*Gravitation*“ bedingen; bei der letzteren wirkt nämlich das anziehende Geſtirn, eben der größeren Entfernung wegen, auf die gegen daſſelbe gravitirenden Körper, gleichſam wie ein *ſchwerer Punct* (als wenn ſeine ganze Materie in ſeinem Mittelpuncte concentrirt wäre); bei der erſteren dagegen kommt, wie man ſieht, die *räumliche Ausdehnung* des Geſtirns, z. B. der Erde, mit *Oberfläche* in Betracht. — Mehrere andere ſolche Unterſcheidungs-Merkmale zwiſchen den verſchiedenen Formen, unter welchen dieſe ſelbige Grundkraft auftritt, im ferneren Laufe des Vortrages.

** Ich will den obigen Merkmalen der „Schwere der Erdkörper,“ mit Bezug auf den bald folgenden Artikel *Schwungkraft*, den ich zu vergleichen bitte, noch den *Widerſtand* hinzufügen, *welchen dieſe Kraft durch die „Schwere“ erfährt*.

* Dieſe „allgemeine Bedeckung mit *Waſſer*“ wird hier nur poſtulirt, weil ſtillſtehende Gewäſſer die *ſicherſte* Horizontal-Ebene abgeben; man ſieht leicht ein, daß ſonſt überhaupt *jede* andere genaue Horizontal-Ebene genügte. — Von einer „Kugel“-*Ebene* (ſtatt „Fläche“) aber darf ich bei der Ausdehnung der Erdkugel-Oberfläche ſprechen, welche jedes Stück dieſer Fläche als vollkommene Ebene betrachten läßt.

** D. h. es kommt, wie beim *Pendel* (S. 278), auf das *beſtimmte* Gewicht Nichts an: der fallende Körper braucht nur *überhaupt* Gewicht zu haben (ſchwer zu ſeyn).

ren“) Theile, d. h. der Maſſe (ſ. d. A.) iſt. Die Größe dieſes Druckes* heißt das Gewicht des drückenden Körpers, und hierauf gründet ſich der Unterſchied zwiſchen Gewicht und Schwere, indem Schwere alſo das Beſtreben jedes einzelnen Theiles, Gewicht die Summe der Beſtrebungen aller Theile bedeutet.

Die Größe der Schwere, als einer beſchleunigenden Kraft, wird durch die Geſchwindigkeit, mit welcher ſie die von ihr zum Falle (vergl. wieder d. A.)** ſollicitirten Körper dabei forttreibt, d. h. durch den Raum beſtimmt, durch welchen dieſe Körper in einer gewiſſen Zeit, z. B. in einer Secunde fallen. Setzt man demnach die Schwere in unſern Gegenden, allwo ſie (Fall, S. 415) in der erſten Secunde durch 15,1 Pariſer (15,625 Rheinl.) Fuß treibt, = 1, ſo laſſen ſich die Schweren an andern Orten mit Bezug auf dieſe Einheit ausdrücken. Sie verhalten ſich nämlich geradehin wie die Länge des Secunden-Pendels (ſ. d. A. S. 287) an dieſen Orten (d. h. derſelbe muß in dem Verhältniſſe länger ſeyn, als die Schwere am betreffenden Orte ſtärker wirkt). Nun haben wir l. c. dieſe Länge

für Paris . . 440,57 (Par.) Linien,
unter dem Aequator (am Meeresufer) . . . . 439,10 „ „
und unter dem Pol 441,69 „ „
gefunden, demgemäß man alſo, die Pariſer Beſtimmung zur

Einheit $\left(\frac{440,57}{440,57}=\right)$ 1,00000 „

machend, die Schwere unter dem Aequator $\left(\frac{439,10}{440,57}=\right)$ 0,99666, „

und unter dem Pole $\left(\frac{441,69}{440,57}=\right)$ . . 1,00254 „

anzunehmen hat. Der Grund dieſes, auf den verſchiedenen Puncten der Erd-Oberfläche ſelbſt Statt-findenden Unterſchiedes zwiſchen den Größen der Schwere iſt (Pendel, S. 285) der dieſer Kraft entgegen wirkende Rotationsſchwung der Erdkugel, welcher ſich unter dem Aequator, als größtem Kreiſe, natürlich ſtärker als unter dem kleineren Parallel von Paris veroffenbart, und unter den dabei in relativer Ruhe verharrenden Polen gar nicht verſpürt werden (gar keine ſolche Gegenwirkung hervorbringen) kann. — Das Sachverhältniß, ſo weit daſſelbe hierher gehört, wird bei Vergleichung des citirten Art. Pendel l. c. ſchon aus dieſer bloßen Andeutung hinreichend erhellen; ausführlicher habe ich mich aber darüber in Fall der Körper, S. 414, erklären müſſen, und komme im Vortrage über „Schwungkraft“ noch beſonders darauf zurück.

Von der ſolchergeſtalt entſtehenden, alſo, wie geſagt, auf die Erdoberfläche oder deren unmittelbarſte Nähe ſelbſt bezüglichen Modification der „Größe der Schwere“ iſt aber diejenige, darum gleich Eingangs ſorgfältig bevorwortete Abnahme dieſer Kraft wohl zu unterſcheiden, die ſie bei größeren Entfernungen von der Erde (vom Erdmittelpuncte), z. B. bei der ebenfalls gleich Eingangs erwähnten Wirkung auf den Mond erfährt; — in dieſem Falle wird dann die „Schwere“ aber auch zur

* Dieſe Definition des „Gewichtes“ als Druck gehört in die Aſtronomie, indem wir im erſteren Art., S. 619, nachgewieſen haben, daß gleiche „Gewichte“ auf der Erde und z. B. auf dem Jupiter doch nicht gleichen Druck ausüben: daß ſie von der Oberfläche der Erde leichter als von der des Jupiter aufgehoben werden können, indem Jupiter dieſelben mit ſeiner größeren Maſſe feſter hält, ſtärker anzieht, demgemäß ſie ihrerſeits einen ſtärkeren Druck auf ihn, als auf die Erde ausüben.

** Die im gedachten Art. hervorgehobene Verſchiedenheit der Fallgeſchwindigkeit auf den verſchiedenen Planeten nach Maßgabe der Maſſen in Verbindung mit dem Volumen derſelben, wodurch die reſpective Wirkung der Schwere auf jedem von ihnen bedingt wird, rückt auch dieſen Theil der Betrachtung wieder aus dem bloß terreſtriſchen Geſichtspuncte in den allgemeineren aſtronomiſchen überhaupt.

Gravitation,* welche ich deßhalb ſo genau von ihr unterſchieden habe, und unter welcher anderen Form (wenn gleich, um es nochmals hervorzuheben, bei ganz unveränderter Natur) ich ſie in dieſem, alsbald als innig verwandt bezeichneten Vortrage behandle.

Vereint laſſen ſich indeß beide Einflüſſe: die Verminderung der Schwerwirkung durch jenen ihr entgegentretenden Rotationsſchwung, und zugleich durch die weitere Entfernung (weßhalb ich eben für dieſe Rückſicht ſchon in der voraufgehenden Anmerkung hierher verwieſen habe), gleichfalls ſchon auf der Erde unmittelbar, nämlich auf hinreichend hohen Bergen wahrnehmen. Bouguer (der uns bereits aus dem Art. Abplattung, S. 23, bekannte Franzöſiſche Erdmeſſer des vorigen Jahrhunderts) fand auf dem hohen Berge Pichincha in Quito, nahe beim Aequator, die Länge des Secundenpendels nur noch 438,69 Linien,
wogegen ſich dieſelbe (vgl. oben) alldort im Niveau des Meeres . . . 439,10 „
ergeben hatte, ſo daß der Unterſchied . . . . . 0,41 Linien
betrug; begreiflich muß nämlich auf einem ſolchen hohen Berge die Schwungbewegung (der „Rotationsſchwung") zu- und die Schwere alſo abnehmen, gleichwie dieſe letztere nicht weniger zugleich durch die wachſende Entfernung von der Erdoberfläche beeinträchtiget wird. — Es würde darauf ankommen, beide Einflüſſe nach Maßgabe der beſtimmten Höhe des Berges genau von einander zu ſondern, auf welche ziemlich verwickelte Unterſuchung ich jedoch hier nicht weiter eingehen kann.

* Die obige Alteration der „Schwere" durch den „Rotationsſchwung," welcher dagegen einen ſolchen Einfluß auf die „Gravitation" in ihrer nur der weiteren Entfernung wegen abnehmenden Fernwirkung nicht mehr ausübt, iſt auch eins von den Unterſcheidungs-Merkmalen dieſer beiden Aeußerungen der darum nicht weniger nämlichen Grundkraft, wie ich deren, Eingangs, für den Lauf des Vortrages mehrere angekündigt hatte (vergl. das gleich Folgende).

Dagegen iſt, als ganz beſonders wichtig, vorzüglich noch hervorzuheben, daß Veränderungen in der Größe der Schwere an Einem und demſelben Orte noch nie bemerkt worden ſind. Der Stand des Mondes und der Sonne hat zwar unläugbar einigen Antheil an der Schwere; beide Geſtirne ziehen z. B. (vgl. Ebbe und Fluth) die Gewäſſer ſichtbarlich zu ſich empor, und vermindern alſo den Schwere-Einfluß der Erde auf dieſe Körper; allein die betreffenden Wirkungen ſind an für ſich zu unbeträchtlich, unterliegen eben wegen ihrer Abhängigkeit vom Geſtirnſtande periodiſchen Modificationen, und äußern ſich, wie l. c. S. 263 gezeigt wird, überdieß nur auf ſehr ausgedehnte Waſſerflächen, ſo daß von einer andern dießfallſigen Alteration keine Rede ſeyn kann. Erfahrungsgemäß fallen die Körper denn auch heut noch genau eben ſo geſchwind als bei den erſten darüber angeſtellten Beobachtungen; und, was alſo daſſelbe ſagen will, die Länge des Secundenpendels hat nirgend eine bemerkbare Veränderung erlitten.

Endlich bemerke ich, daß die Schwere das eigentliche Band iſt, welches die Materie nicht bloß des Planeten Erde, ſondern eines jeden andern Weltkörpers in dieſem Körper zuſammenhält und die Zerſtreuung durch den Weltenraum verhindert, gleichwie ſelbige Kraft nicht weniger diejenige (ſphäroidiſche) Geſtalt der Geſtirne bewirkt, welche wir an ihnen beobachten, und welche ſich ohne den Rotations-Einfluß, der Natur der Schwerwirkung gemäß, von der reinen Kugel gar nicht entfernen würde.

Zur Erlangung der Ueberzeugung hiervon reicht übrigens ein allgemeines Nachdenken über den Vorgang hin, mit deſſen Empfehlung ich den Artikel auch beende, da ich mich ſonſt in metaphyſiſche Erörterungen über die Natur der Schwere einlaſſen müßte, wobei meine Leſer wahrlich Nichts gewinnen würden. — Die hiſtoriſchen und Literar-Notizen, wie ich nur noch zu bemerken habe, zu Schluſſe des unmittelbar folgenden Artikels.

Schwere, ſpecifiſche, Eigenthümliche Schwere, Specifiſches oder eigen-

thümliches Gewicht; **Gravitas specifica, Pondus specificum**; *Pesanteur spécifique,* **Poids relatif.** Mit dieſem Namen bezeichnet man das Verhältniß des (abſoluten) Gewichts der Körper gegen den Raum, welchen ſie einnehmen (gegen ihr Volumen); man nennt einen Körper ſpecifiſch ſchwerer oder ſpecifiſch leichter, als einen andern, wenn er bei gleichem eingenommenen Raume (bei einem, dem des letzteren Körpers gleichen „Volumen") mehr oder weniger als dieſer letztere (zum Vergleiche gewählte) Körper wiegt. Demgemäß ſollte man nicht ſowohl von „ſpecifiſcher Schwere,"[*] als vielmehr von „ſpecifiſchem" (eigenthümlichem oder, noch bezeichnender, relativem) Gewichte ſprechen, welches alſo dem abſoluten Gewichte entgegenſteht.

Unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte iſt aber von dieſem Gegenſatze häufig die Rede. Wenn ich z. B. im Art. Mars, S. 73, anführe, „die Maſſe (das Gewicht) dieſer Planetenkugel betrage nur $^1/_5$ des Gewichtes des Planeten Erde: man müſſe, wenn letztere in der einen Schale einer Wage läge, um ſie aufzuwägen, 5 Marskugeln in die andere Schale thun;" ſo iſt natürlich abſolutes Gewicht gemeint. Füge ich aber ſodann hinzu, „dabei betrage das Volumen des Mars jedoch nur $^1/_6$ des Volumens des Erdkörpers": man könne aus letzterem 6 Marskugeln ſchnitzen; ſo führt dieß auf den Begriff des ſpecifiſchen (des eigenthümlichen, des relativen) Gewichtes, welches dem Quotienten des abſoluten Gewichtes durch das Volumen gleich, und im obigen Falle alſo $= \frac{^1/_5}{^1/_6} = {^6/_5}$ iſt.

Den nämlichen Ausdruck (wenn auch in andern Zahlenwerthen, auf die es mir hier aber nicht ankam) haben wir l. c. für die Dichte gefunden, und in der That ſind im aſtronomiſchen Sinne die Begriffe von Dichte und ſpecifiſchem Gewichte gleichbedeutend. Die Behauptung: das ſpecifiſche Gewicht des Mars betrage $^6/_5$ des ſpecifiſchen Gewichtes des Planeten Erde, will, der Definition gemäß, z. B. ſagen, 1 Cubikfuß Marsmaterie habe $^6/_5$ des (abſoluten) Gewichtes von 1 Cubikfuße Erdmaterie; und eben den Sinn gibt der wieder l. c.[*] aufgeſtellte Satz: „die (wohl zu merken, mittlere, die „durchſchnittliche") Dichte des Mars betrage $^6/_5$ der (durchſchnittlichen) Dichte des Erdkörpers." — Dieſen Gegenſatz von abſolutem und ſpecifiſchem Gewichte („ſpecifiſcher Schwere"), letzteres als gleichbedeutend[**] mit Dichte genommen, habe ich, wie geſagt, unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte auch nur hervorheben wollen, und gehe deßhalb für uns in der Sache nicht weiter. Leſern, welche dieß für ſich ſelbſt thun wollten, weiß ich keinen beſſeren neueren Führer, als den Heidelberger

[*] Ich habe den Ausdruck in der lexikaliſchen Folge auch nur beibehalten, weil er Leſern aus der älteren Schule, gleich mir, noch immer geläufiger iſt, und der obige Gegenſatz zwiſchen ſpecifiſchem und abſolutem „Gewichte" im letzteren Artikel daher keine Erörterung hat finden können.

[*] Ich mache nochmals darauf aufmerkſam, daß ich l. c. zwar etwas verſchiedene Zahlenwerthe gegeben habe, daß es aber darauf hier, wo es ſich nur um das Klarmachen des Satzes durch ein numeriſches Beiſpiel überhaupt handelte, gar nicht ankommt. — Die Dichtigkeit (das ſpecifiſche Gewicht) des Mars iſt dem der Erde, wie ich auch dort bevorwortet habe, vielmehr höchſt wahrſcheinlich ganz gleich.

[**] „Die ſpecifiſchen Schweren der Körper verhalten ſich (ſ. oben) wie die Quotienten der (abſoluten) Gewichte durch die Volumina." — „Die Dichten verhalten ſich (Maſſe, S. 84) wie die Quotienten der Maſſen durch die Volumina." Man ſieht, daß in dieſer letzteren Erklärung für „Maſſe" nur „Gewicht" (abſolutes; — denn etwas Anderes ſind doch die Maſſen der Weltkörper nicht) geſetzt zu werden braucht, um ſie zur erſteren zu machen, und ſomit alſo die gleiche Bedeutung von (planetariſcher) Dichte und (planetariſcher) ſpecifiſcher Schwere (durchſchnittlicher ſpecifiſcher Schwere der Bildungsſtoffe eines Planeten) darzuthun.

Phyſiker Muncke zu empfehlen, welcher dieſe Lehre in ihrer gegenwärtigen Ausbildung im allgemeinen Art. Schwere für die oft citirte neue Ausgabe von Gehler's „Phyſikal. Wörtrb." (auf die ich daher auch ſchon im vorangehenden Vortrage als betreffende Literar-Notiz verwieſen habe), wie es mir ſcheint, vortrefflich, nur für meine Abſicht viel zu gelehrt und ausführlich behandelt hat. — In hiſtoriſcher Rückſicht ſchließlich bemerke ich aber, daß der Gegenſtand dieſes, gleichwie des vorangehenden Artikels ausführlicher zuerſt von Newton in der „Principia" behandelt worden iſt.

Schwerpunct, „Mittelpunct der Schwere;" Centrum gravitatis; *Centre de gravité.* In jedem ſchweren feſten Körper, von welcher Form er auch ſey, gibt es einen Punct, welcher ſo liegt, daß alle Theile des Körpers um denſelben nach jeder Seite zu eben ſo viel ſtatiſches Moment haben, als nach der entgegengeſetzten Seite, oder daß alle Theile den Körper nach jeder Seite eben ſo ſtark um denſelben Punct umzudrehen ſtreben, als dieß dieſe Theile auf der andern Seite nach der entgegengeſetzten Richtung thun, daher ſich die Beſtrebungen zur Umdrehung um dieſen Punct ringsum aufheben, gleichſam als wenn in demſelben die ganze Schwere (Maſſe) des Körpers vereinigt wäre; dieſer Punct heißt des Körpers „Schwerpunct." — Alſo die ſchulgerechte Erklärung, mit welcher ich freilich anheben mußte. Sonſt würde ich mich kürzer haben faſſen können, da es unſere Wiſſenſchaft der Geſtirnkunde hinſichtlich des „Schwerpunctes" der Körper („Mittelpunctes ihrer Schwere," wie ich ſchon im Artikel Mittelpunct mit Verweiſung hierher geſagt habe) beſonders nur mit der Kugel, als (vergl. d. A.) vorherrſchender allgemeiner Geſtirnform, zu thun hat, die Bedingung aber, daß bei der Kugel der „Schwerpunct" (der Mittelpunct der Schwere) mit dem (Kugel-) Mittelpuncte (dem Mittelpuncte der Größe, vergl. Mittelpunct) zuſammenfalle, nach der obigen Definition von ſelbſt einleuchtet. * In dieſem Mittelpuncte, dieſem „Schwerpuncte" der demnach als reine Kugeln angenommenen Weltkörper kann man ſich, wie wir auch ſo oft (namentlich noch in Mittelpunct, S. 135) gethan haben, die ganze Maſſe (das ganze Gewicht) des Körpers concentrirt denken; nach dieſem (Kugel-)

* Dabei wird freilich, wie nicht weniger von ſelbſt erhellt, zunächſt vorausgeſetzt, daß die Materie der Kugel entweder durchaus homogen ſey, oder doch in gleichen Abſtänden vom Mittelpuncte (in jeder Kugelſchicht, jeder Kugelkappe, Kugelſchale oder Hülſe) gleiche Dichtigkeit habe.

Ferner werden mir die Leſer die ſphäroidiſche (ſtatt der reinen Kugel-) Geſtalt namentlich gleich unſeres Planeten Erde einwenden, worauf ich dieſerwegen ſchon im Art. Schwere der Erdkörper hier und noch ausführlicher im Vortrag über Schwungkraft zurückzukommen bevorwortet hatte. Bei einem regelmäßigen Ellipſoid (Sphäroid), als welches ſich der Erdkörper (Abplattung, S. 22) ſolchergeſtalt (wenigſtens ſehr nahe) darſtellt, liegt der „Schwerpunct," wie man ebenfalls ohne weiteres zugibt, unter Vorausſetzung einer nämlichen Homogeneität der Materie, im Durchſchnittspuncte der großen und kleinen Axe, und würde alſo mit dem Mittelpuncte einer um das Erdellipſoid beſchriebenen Kugel, d. h. einer Kugel vom Radius der halben großen Axe coincidiren. Letztere haben wir l. c. = ... 1719 Meilen
und die kleine Axe dagegen . . . . 1713 „
gefunden, demnach der ganze Unterſchied . . . 6 Meilen
und die Hälfte . . . 3 „
etwann ($^6/_{1719}$ =) $^1/_{300}$ beträgt, um welche ſich der (alſo der halben großen Axe gleiche) Kugelradius von der halben kleinen Axe unterſchiede, wonach man, auch unter dieſem Geſichtspuncte, die Zuläßigkeit unſerer früheren Annahme der reinen Kugelgeſtalt für den Erdkörper, und des Zuſammenfallens des Mittelpunctes ſeiner Schwere mit dem (Kugel-) Mittelpuncte ſeiner Größe, gleichwie der durchgängigen Richtung der Schwere nur nach dieſem letzteren Puncte beurtheilen kann.

Mittel- und Schwerpuncte geben, bei unſerer Vorausſetzung, zugleich alle Richtungen der Schwere auf der Oberfläche der Weltkörper; — und ſolchergeſtalt verhält es ſich alſo in dieſer Rückſicht, mit jedem dieſer Körper für ſich genommen.

Allein wir haben den „Schwerpunct“ in dieſer Art nicht bloß beim einzelnen Weltkörper, ſondern vielmehr ferner und ganz beſonders auch in ſeinem Bezuge zu einem Syſteme ſolcher Körper, z. B. beim Erdſyſteme: der Verbindung der Erde mit ihrem Monde, welche ich namentlich hervorhebe, zu betrachten. Im Artikel Gravitation (S. 697, womit man Mond, S. 144, vergleichen mag) iſt nämlich gezeigt worden, daß das letztere Geſtirn nicht eigentlich den Erdmittelpunct umläuft, ſondern daß ſich zwiſchen dieſen zwei Geſtirnen nach dem Geſetze des Gleichgewichtes ein gemeinſchaftlicher Schwerpunct bilde, um welchen ſie ſich vielmehr beide dergeſtalt bewegen, als wenn ihre beiderſeitigen Maſſen (Gewichte) in dieſem Einen Puncte, dem gemeinſchaftlichen Schwerpuncte, gleichſam dem Hypomochlium eines Hebels, an deſſen Armen Erde und Mond einander gegenüber hingen, vereiniget wären,* und welcher alſo umlaufene Punct ſeinerſeits, ſtatt des Erdmittelpunctes ſelbſt, hinwiede-

* Ich muß dieſen Satz, wie oft derſelbe ſchon geltend gemacht worden iſt, auch noch unter dem gegenwärtigen Geſichtspuncte beleuchten. — Die Erde wiegt (Mond, S. 144) 87 Mal ſo ſchwer als der Mond; beide Weltkörper zuſammen haben alſo das Gewicht, die Maſſe, von 88 Monden. Die Erde übt demnach auf den Mond eine Maſſengewalt, eine Anziehung = 87, der Mond auf die Erde eine ſolche = 1 aus; und wenn beide Körper demgemäß auf einander zufallen könnten und man die gegenſeitige Entfernung dabei auch in 88 gleiche Theile theilte, ſo würde der Mond durch 87 und die Erde dagegen durch 1 dieſer Theile fallen; — und in dem ſolchergeſtalt beſtimmten Puncte der Maſſenvereinigung wäre daher doch gewiß der gemeinſchaftliche „Schwerpunct.“ Nun „fallen“ beide Weltkörper zwar nicht wirklich dahin: eine ihnen zugleich beiwohnende Centralbewegung (ſ. d. Art. S. 141) verändert den „Fall“ vielmehr nur zum Umlaufe; aber der Punct des „Fall“-Beſtrebens bleibt deßhalb doch gewiß nicht weniger derſelbe, nämlich der gemeinſchaftliche „Schwerpunct.“ Man kann ſich alſo, wie wir im Texte thun, Mond und Erde in der That als an den beiden Enden eines doppelarmigen, in dieſem Puncte unterſtützten Hebels hangend vorſtellen, welchen Punct (gemeinſchaftlichen Schwerpunct) der erſtere in einer Entfernung = 87, die letztere in einer ſolchen = 1 umläuft. — „Genau geſprochen“ (Mädler's „Selenographie.“ §. 2.) „bewegt ſich weder der Mond um das Centrum der Erde, noch dieſe ſelbſt um das Centrum der Sonne, worauf ich die Betrachtung jetzt ausdehne; vielmehr iſt es der gemeinſchaftliche, wie geſagt, nach den Geſetzen des (Hebel-) Gleichgewichtes zwiſchen den beiden Körpern gebildete Schwerpunct, welcher ſeinen jährlichen Umlauf um den gemeinſchaftlichen Schwerpunct des ganzen Sonnenſyſtems macht, indeß Erde und Mond ſelbſt jenen Punct nur wie zwei Satelliten deſſelben umlaufen.“ — Es iſt dieß die natürliche Folge der Gegenſeitigkeit der Anziehung (Gravitation), deren Nothwendigkeit von ſelbſt einleuchtet; „nam“ („Principia.“ I. 404. der von uns benützten Cöln-Genfer Ausgabe) „corporum trahentium et attractorum actiones semper *mutuae* sunt, adeo ut neque attractum possit quiescere neque *attrahens*, si duo sint corpora, sed ambo, *attractione mutua*, circum *gravitatis centrum commune* revolvantur; et si *plura* (wie oben im Sonnenſyſteme) sint corpora, quae vel ab unico attrahantur et idem attrahant, vel omnia se mutuo attrahant; haec ita inter se moveri debeant, ut *gravitatis centrum commune* vel quiescat vel uniformiter moveatur (über welche letztere Bedingung ſich ſchon die A. Bahnen, S. 91, und Fixſterne, S. 564, weiter auslaſſen, gleichwie ich auch unten darauf zurückkomme).

rum die Bahn um die *Sonne* beſchreibe. Verſinnlichen wir uns in der That einen ſolchen Hebel, eine lange unbiegſame Stange, am einen Ende die *Erde*, in der angegebenen, verhältnißmäßig *ſehr geringen* Entfernung vom (eingebildeten) Unterſtützungs- (dem Schwer-) Puncte, und am andern, *viel entfernteren* Ende den Mond tragend, und laſſen wir jenen, mit dem Erdmittelpuncte alſo faſt zuſammenfallenden „Schwerpunct" zugleich in der Bahn um die Sonne fortgehen, indeß ſich die Stange mit dem Mond-Ende dabei immer um den Schwerpunct (das Hypomochlium) ſchwingt; ſo wird man eine ſchöne Vorſtellung von der auf dieſen „*Schwerpunct*" bezogenen, verbundenen Mondbewegung um die Erde, und Erdbewegung um die Sonne, wie ſie in der *Wirklichkeit* Statt findet, erhalten. Dieſe Vorſtellung läßt ſich, wie ich es in der Note andeute, ſodann aber auch auf jedes zuſammengeſetztere Syſtem ausdehnen, indem man ſich die Maſſenſumme aller ſeiner einzelnen Glieder immer wieder in einem *gemeinſchaftlichen* „*Schwerpuncte*" vereiniget denkt; der Schwerpunct, in welchem ſich ſolchergeſtalt zunächſt die Gewichte des *Erdſyſtems* gleichſam zuſammengedrängt finden, muß in dieſer Art ſeinerſeits wieder auf den *gemeinſchaftlichen Schwerpunct* des ganzen *Sonnenſyſtems*, letzterer auf den Schwerpunct des wiederum *höheren Syſtems*, von dem das Sonnenſyſtem nur ein Einzelglied (eine Dependenz) abgibt u. ſ. w. u. ſ. w., bezogen werden,* wie ich dieſe erhabene Idee an die Spitze des ſchon citirten Artikels *Bahnen* geſtellt habe. In ihrer ausdrücklicheren Beziehung auf den „*Schwerpunct*" gehört ſie aber recht eigentlich zu den vorliegenden Betrachtungen über denſelben; und ich beende dieſe Betrachtungen auch mit ihrer nochmaligen Hervorhebung, indem ich nur noch diejenigen Leſer, welche in ein weiteres Detail über die Theorie des *Schwerpunctes* eingehen wollen, ſchließlich wiederum auf eine betreffende ausgezeichnete, jedoch für *meine* Zwecke zu viel höhere Analyſis enthaltende Arbeit des Heidelberger Phyſikers *Muncke* in der *zweiten* Auflage von *Gehler's* „Phyſikal. Wrtrb." Leipz., Schwickert. 1836. gr. 8. Bd. VIII. S. 639 flgd., verweiſe, wo ſich zugleich die *hiſtoriſchen* Notizen über die früheren Bemühungen um dieſe Lehre, welche ich nur unter dem *aſtronomiſchen* Geſichtspuncte zu behandeln habe, vorfinden.

Schwingung, Schwung.* „Oscillation; Oscillatio; *Oscillation.* Man legt dieſen Namen einer jeden Bewegung bei, welche einen Körper hin und her treibt, oder zwiſchen zwei Grenzen hin und wieder zurück führt: die „Schwingungen" (Schwünge, Oscillationen) des *Pendels* (vergl. d. A.) geben das beſte Beiſpiel. — Außerdem haben wir aber in demſelben Artikel, S. 293, auch gewiſſe, immer zwiſchen beſtimmten Grenzen hin und her ſchwankende, ſäculare Störungen „planetariſche Perturbations-*Oscillationen* um eine Bahn-Conſtanz" genannt, welche „Oscillationen" der Franzöſiſche Geometer *Pontécoulant* „Théorie analytique du Système du monde." Paris. 1829. 4 B. gr. 8. I. XVI. als „immenses *pendules* de l'éternité" bezeichnet, „qui battent les siècles comme les nôtres battent les secondes!" — ein Gleichniß von zu erhabenem Charakter, als daß ich daſſelbe hier nicht gern wiederholen ſollte.

Schwingungspunct, ſ. *Mittelpunct* des Schwunges, S. 136.

* D. h. der „*Schwerpunct*" des ganzen *Sonnenſyſtems* iſt das gemeinſchaftliche Hypomochlium *aller* Einzelglieder dieſes Syſtems, und alſo auch des, eins dieſer Glieder abgebenden *Erdſyſtems*; man kann ſich die Summe aller *Einzelmaſſen* des *Sonnenſyſtems*, zu welchen Einzelmaſſen auch die vereinte Maſſe von Erde und Mond (vom *Erdſyſteme*) gehört, in dieſem Puncte vereiniget vorſtellen.

* Man ſagt beim *Pendel*, auf welchen ich den Ausdruck beſonders beziehe, in der *einfachen* Zahl gewöhnlicher *Schwung*, in der *Mehrzahl* aber eben ſo gern oder lieber „Schwingungen" als „Schwünge," z. B. „Schwingungs-", *nicht* „Schwünge"-Punct.

Schwung, ſ. Schwingung. — Diejenige Ausführung aber, derentwegen ich in Centrifugalkraft hierher verwieſen habe, im gleich folgenden Artikel Schwungkraft.

Schwungbewegung, ſ. Pendel, S. 274.

Schwungkraft, „Centrifugalkraft,“ Fliehkraft; Vis centrifuga; *Force centrifuge*. Man gibt dieſen Namen zunächſt demjenigen Beſtreben, mit welchem ſich bei der Centralbewegung (ſ. d. Art.), namentlich der Planeten um die Sonne, das umlaufende Geſtirn vom Centralpuncte, zu dem daſſelbe durch die Centripetalkraft hingetrieben wird, im Gegenſatze der letzteren wiederum zu entfernen ſtrebt. In dieſem Sinne des planetariſchen Umlaufes (der Revolution) um die Sonne (oder vielmehr aller Geſtirnbewegung um einen Centralpunct) habe ich darüber im früheren Artikel Centrifugalkraft ausführlich gehandelt. Noch eigentlicher aber führt den Namen der „Schwung-, der „Fliehkraft,“ unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte, das aus dem (täglichen) Umſchwunge (aus der Rotation) des Planeten Erde (oder überhaupt jedes rotirenden Weltkörpers) um ſeine Axe entſtehende Mittelpunctflieh- (Schwere-Verminderungs-) Beſtreben für Körper auf der Oberfläche, von welcher dieſelben dadurch auch wirklich weggeſchleudert werden würden, wenn nicht eben die Schwere ſie dagegen zurück- (gleichſam „feſt-“) hielte*; und in dieſem Bezuge habe ich hier auf die Schwungkraft beſonders zurückkommen (ihr Beſtreben zur Verminderung der Schwere** nachweiſen) wollen. Wenn meine Leſer, um nur erſt die ſinnlichſte Vorſtellung von der Sache bei ſich hervorzurufen, einen Körper, z. B. eine Bleikugel, etwann an einen Bindfaden befeſtigen und dieſergeſtalt um ſich herumſchwingen, ſo ſehen Sie, daß der Faden dabei geſpannt wird, daß die Kugel davon fliegen würde, wenn der Faden ſie nicht daran verhinderte, und daß ſie beim etwanigen Reißen deſſelben auch wirklich wegfliegt, weggeſchleudert wird; dieß iſt die „Schwungkraft;“ und der Faden kann bei dieſem Verſuche (vergl. d. Anmerk.) die Schwerkraft der ſich in ähnlicher Weiſe umſchwingenden (der rotirenden) Erdkugel repräſentiren, von welcher die Körper, wie geſagt, auch „weggeſchleudert“ werden, „wegfliegen“ würden, wenn nicht jene Kraft dieſelben daran verhinderte. — Die nähere Betrachtung der durch dieſe Rotation (Axendrehung) zunächſt des Erdkörpers auf ſeiner Oberfläche entſtehenden Schwungkraft (des aus dem Rotationsſchwunge entſtehenden Beſtrebens, ſich von dem Mittelpuncte weiter zu entfernen, denſelben zu „fliehen“) und die Beſtimmung ihrer Größe (namentlich hinſichtlich ihres Einfluſſes auf Verminderung der Schwere) iſt, wie geſagt, die Abſicht dieſes, den Artikel Centrifugalkraft in der dort bevorworteten Art ergänzenden Vortrages, welchen ich demnächſt auch noch auf den Planeten Jupiter ausdehnen werde. Nennt man aber hiernach die Geſchwindigkeit, welche einem Körper in irgend einem Puncte der Oberfläche der Erdkugel* nach Maßgabe der für dieſen Punct (für den betreffenden Paral-

* Ich habe auf dieſen Widerſtand der Schwere der Erdkörper gegen die Wirkungen der Schwungkraft, als auf ein Merkmal der Schwere, ſchon in jenem Artikel hingewieſen. Die Energie, mit welcher die Schwere dabei dem Schwunge entgegentritt, hängt von der Maſſe und dem Volumen ab, und iſt alſo, wie ich zugleich hervorhebe, für den Planeten Erde natürlich ein anderer, als z. B. für den Planeten Jupiter, den ich in dieſem Bezuge hinten mit der Erde vergleichen werde.

** Ich bitte, hierbei im Auge zu haben, daß die Richtungen der Schwere auf der Erdkugel nach dieſer Kugel Centrum gehen, und daß ich alſo das Schwere-Verminderungs-Beſtreben der Schwungkraft, als diejenige Wirkung, wodurch ſich dieſe Kraft der Beobachtung offenbart, auch auf dieſe Richtung beziehen muß.

* Ich bevorworte ausdrücklich, daß hier alſo erſt noch eine reine Kugelgeſtalt (wozu außerdem die Vorausſetzung vollkommener Materien-Homogeneität tritt) des Erdkörpers angenommen wird. Hinten das Weitere.

lelkreis)* Statt findenden Wirkung der Rotation, mitgetheilt wird (die Rotationsgeſchwindigkeit), c, den Fallraum ſchwerer Körper in der erſten Secunde (die Galileiſche Zahl, ſ. d. Art.) g, und den Abſtand jenes Erdoberflächenpunctes vom Mittelpuncte des zugehörigen Parallels a, ſo findet ſich die entſprechende „Schwungkraft“ (vergl. Centralbewegung, S. 152) durch $\frac{c^2}{2ga}$ ausgedrückt. Sey jetzt der in Rede ſtehende Erdkugel-Oberflächen-Punct (Ort) (Fig. 1. der Tafel XV.) der Ort L, ſo beſchreibt derſelbe täglich den Parallelkreis vom Durchmeſſer EL, deſſen Mittelpunct in D liegt, wogegen der Aequator AQ ſeinen Mittelpunct in C, dem Mittelpuncte der Erdkugel ſelbſt, hat. Aus dieſer Umdrehung (Rotation) entſteht alſo für jenen Ort (Pünct) L ein Schwung, welcher einen dortigen Körper mit einer Kraft** $\frac{c^2}{2g\,.\,DL}$ (indem hier a = DL) zunächſt vom Mittelpuncte D ſeines Parallelkreiſes zu entfernen, und in der Richtung LN fortzutreiben („fortzuſchleudern,“ wie oben die Kugel) ſtrebt. Da nun die (Rotations-) Geſchwindigkeit c durch den Raum ausgedrückt wird, welchen der rotirende Ort L z. B. in 1 Zeitſecunde zurücklegt, wenn während einer vollen Axendrehung (Rotation), d. h. in 1 Sterntage, oder in 86164 Secunden Sonnenzeit (ſ. d. Art.) der ganze Parallelkreis EL = $2\pi\,.\,DL$ zurückgelegt wird, ſo hat man $c = \frac{2\pi\,.\,DL}{86164}$*, und wenn die Zahl $86164 = n$ geſetzt wird, $c = \frac{2\pi\,.\,DL}{n}$, mithin (zunächſt) der ganze Schwung nach $LN = \frac{2\pi^2\,.\,DL}{n^2 g}$.

Dieſer Schwung läßt ſich aber rechtwinklich in die zwei Theile LM und MN zerlegen, wovon nur der erſte der nach LC wirkenden Schwere entgegengeſetzt iſt. Dieſer Theil LM verhält ſich zum ganzen LN (wegen der ähnlichen Dreiecke LMN und LDC) wie DL : CL. Mithin iſt Schwung nach LM (zur Verminderung der Schwere) = $\frac{2\pi^2\,.\,DL^2}{n^2 g\,.\,CL}$; — und damit haben wir es, wohl zu merken, nur zu thun.

Weil π, n, g und CL für alle Orte L einerlei bleiben, ſo verhalten ſich die der Schwere entgegengeſetzten Schwungkräfte an verſchiedenen Orten, wie DL^2, d. i., weil DL den Coſinus des Bogens QL, oder der geographiſchen Breite des Orts L vorſtellt, wie die Quadrate der Coſinus der Breiten.

Hieraus läßt ſich die Größe der Schwungkraft (wie ſie der Schwere entgegenwirkt) unter dem Aequator der Erde oder in Q auf folgende Art beſtimmen. Weil ſich für Orte, die im Aequator liegen, DL in CQ = CL ſelbſt verwandelt, ſo iſt hier der Schwung = $\frac{2\pi^2\,.\,CL}{n^2 g}$.

Nach Picard's Beſtimmung iſt der Halbmeſſer der Erdkugel CL = 19615800 Pariſer Schuh;** g nach beſonders genauen Verſuchen, die in Paris angeſtellt ſind, = 15,0957 Pariſer

* Ich erinnere ſogleich daran, daß die Rotationsgeſchwindigkeit eines Oberflächenpunctes der Erdkugel natürlich von der Größe des betreffenden Parallelkreiſes abhängt, alſo für den Aequator am größten, für die Pole = 0 iſt. Dieß leuchtet von ſelbſt ein.

** Man muß dieſe alſo entſtehende „Kraft“ und die Größe der durch ſie bewirkten Entfernung vom Mittelpuncte des Parallels ſowohl, als der Erdkugel ſelbſt, ſorgfältig von jenem Schwunge und der dem betreffenden Körper ſomit im Parallelkreiſe beigebrachten Rotationsgeſchwindigkeit unterſcheiden; erſtere Größen ſind, wie die Formel lehrt, im Vergleiche zu letzterer Geſchwindigkeit ſehr klein.

* Nämlich Raum in 1″ (c) : $2\pi\,.\,DL$ = 1 Zeitſecunde : 86164″.

** Vergl. Erde, S. 362, wo ich, noch ſtrenger rechnend, 3271856 Toiſen, d. h. (3271856 . 6 =) 19631136 Pariſer Fuß angebe.

Schuh;* n = 86164 (die obige Zahl der Secunden des Sterntags in mittlerer Sonnenzeit), und π die bekannte Ludolfiſche Reihe. Daraus findet ſich mittelſt der Logarithmen

$$\begin{array}{rl} \log. 2 = & 0{,}3010300, \\ 2.\log. \pi = & 0{,}9942998, \\ \log. CL = & \underline{7{,}2926061,} \\ \log. 2\pi^2 . CL = & 8{,}5879359, \\ \log. n^2 g = & \underline{11{,}0495051,} \\ - & 2{,}4615692. \end{array} \qquad \begin{array}{rl} 2.\log. n = & 9{,}8706518, \\ \log. g = & \underline{1{,}1788533,} \\ \log. n^2 g = & 11{,}0495051. \end{array}$$

welcher negative Logarithme dem Bruche $\frac{1}{289{,}45}$ zugehört. — Dieſer Rechnung zufolge iſt die (alſo die Schwere vermindernde) Schwungkraft unter dem Aequator der Erde dem 289ſten Theile der (wirklichen) Schwere zu Paris gleich, d. h., um alsbald das verſinnlichendeſte Beiſpiel zu wählen, zu einer Druck- (Schwer-) Gewalt, welche in Paris (oder auch bei den Polen, der Unterſchied iſt — vergl. unten — nicht bedeutend) mittelſt eines Gewichtes von 289 Pfunden zu bewerkſtelligen wäre, würde man unter dem Aequator, wo der Schwung alſo den 289ſten Theil (= 1 Pfunde) davon (von der Schwere) hinwegnimmt, den Druck um ſo viel ſchwächt, (ſehr nahe)** 290 Pfund gebrauchen.*** Newton, welcher („Principia.“ III. prop. 19. hinten, S. 79 unſerer Ausgabe) die Rechnung etwas anders führt, findet in naher, wenn auch nicht vollkommener Uebereinſtimmung mit Halley und ſpäteren Geometern das Verhältniß der Schwungkraft unter dem Aequator, welches wir oben zur Schwerkraft für Paris = $\frac{1}{289{,}45}$: 1 ermittelt hatten, vielmehr für die ganz ungeſchwächte (vom Schwunge unverminderte) Schwerkraft,* wie letztere auf einer gar nicht rotirenden Erdkugel** (oder unter den Polen) Statt haben würde, = $\frac{1}{289}$: 1. Unter dieſer Vorausſetzung und mit Beziehung auf den obigen Satz, daß ſich die Größe

* S. Fall der Körper, S. 415, in welchem Art. g aber alsbald = 15,1 Pariſer = 15,6 Rheinländiſche Fuß geſetzt iſt.

** Nur „ſehr nahe;“ denn eigentlich müßte man ſagen: da 289 Pfund zu Paris der Wirkung nach unter dem Aequator nur noch 288 Pfund ausmachen; wieviel Pfunde bringen mithin unter dem Aequator eben ſo viele Wirkung hervor, als 289 Pfunde zu Paris? 289 : 288 = x : 289, woraus x = genauer 290 + $\frac{1}{288}$ kommt.

*** Wir wollen dieſe Gegenwirkung auch auf den Fall ſchwerer Körper beziehen. Die Größe deſſelben, abgeſehen vom Schwunge und wie man ſie alſo die urſprüngliche (ich ſage oben die „unverminderte“) nennen könnte, würde nach den bezüglichen Sätzen unter dem Aequator in der 1ſten Secunde 15 Fuß 1 Zoll 2 Linien = 2174 Linien betragen, davon der 289ſte Theil $\left(\frac{2174}{289} =\right)$ etwann 7 Linien ausmacht. Um dieſe 7 Linien vermindert alſo der Schwung den Fall (die Schwere) unter dem Aequator, welcher hiernach (2174 — 7 =) 2167 Linien = 15 Fuß 0 Zoll 7 Linien betragen müßte, wie ihn die Beobachtung daſelbſt zur Beſtätigung der Rechnung auch wirklich ergibt. — Ich komme unten hierauf zurück.

* Unter dem (kleineren) Parallel von Paris nämlich wirkt der, wiewohl dort ſchon viel ſchwächere Schwung der Schwere doch auch noch entgegen; „sed parum,“ bemerken die Commentatoren zur obigen Rechnung Newton's, „vis gravitatis in latitudine Lutetiae a vi ipsa gravitatis differt.“ Wir werden dieß oben gleich näher ſehen.

** Ich erinnere nochmals daran, daß immer nur noch erſt von einer reinen Kugelgeſtalt des Erdkörpers (in Verbindung mit Homogeneität der conſtituirenden Materie) die Rede iſt. — Hierauf habe ich die Angaben bezogen, und gehe, um möglichſt deutlich zu ſeyn, worauf es mir weſentlich nur ankommt, erſt weiter unten auf die ſphäroidiſche Geſtalt des Erdkörpers über.

der Schwungkraft an verſchiedenen Orten wie die Quadrate der Coſinus der geographiſchen Breite dieſer Orte verhalte (vom Aequator, wo ſie alſo am größten iſt, nach den Polen hin, allwo ſie = 0 wird, in dieſem Verhältniſſe abnehme), läßt ſich nun ermitteln, wie viel (einen wie großen Theil) der Schwung überall von der (mithin ganz ungeſchwächt gedachten) Schwere abſorbire; man hat dazu augenſcheinlich nur $^{1}/_{289}$ mit dem Quadrate des Coſinus der betreffenden geographiſchen Breite zu multipliciren, welchergeſtalt ſich findet, daß dieß bei der, wie geſagt, angenommenen Kugelgeſtalt* des Erdkörpers, z. B. für die Breite von 60° (Coſinus = $^{1}/_{2}$) nur noch ($^{1}/_{2}{}^{2}$ =) $^{1}/_{4} \cdot {}^{1}/_{289} = {}^{1}/_{1156}$ = den 1156ſten,** für die Breite von Paris (48° 15′) den 668ſten Theil betrage (wie ich dieſe Geringfügigkeit in der Anmerkung bevorwortet habe); und man iſt danach im Stande anzugeben, wie groß ſich die wirkliche Schwerwirkung für die Beobachtung auf der Erdoberfläche allerwärts zeigen müßte. — Die leichteſte Art dieſer Beobachtung wird aber durch die Länge des (Secunden-)Pendels gewährt, indem dieſe Länge (vgl. d. Art. S. 287)* nach dem Pole hin in dem nämlichen Maße wie die, durch den abnehmenden „Schwung" immer weniger beeinträchtigte Schwerkraft zunimmt, und man kann alſo, unter der allem Bisherigen zu Grunde liegenden und deßhalb vorn wiederholt ſo ſorgfältig hervorgehobenen Vorausſetzung, daß die Erde (bei Stoff-Homogeneität) von reiner Kugelgeſtalt ſey, die Pendellänge für jede Breite berechnen, und würde, wenn ſich die beobachtete Länge nun der auf der gedachten Bedingung begründeten Rechnung genau entſprechend zeigte, umgekehrt die Gewißheit haben, daß dem Erdkörper wirklich eine genaue Kugelgeſtalt beiwohne. Allein vielfache, demgemäß angeſtellte Beobachtungen haben gegentheils dargethan (und dieß iſt nun der Umſtand, weßhalb im Art. Schwere,

* Nämlich der Coſinus der Breite iſt der Halbmeſſer des betreffenden Parallels, welcher Halbmeſſer für eine Breite von 60° nur auf der Kugel dem halben Radius der letzteren gleich iſt.

** Setzen wir die Schwere, ſolchergeſtalt abſehend von aller Rotation (unter den Polen), = 1, ſo nimmt alſo, nach Newton, der Schwung unter dem Aequator (geographiſche Breite = 0, Coſinus = 1) $^{1}/_{289}$ davon (von dieſer unverminderten Schwere) weg; — und man hat dann ferner in der Breite von 60° (Coſinus = $^{1}/_{2}$) $1^{2} : {}^{1}/_{2}{}^{2} = {}^{1}/_{289} : x$, woraus für die Verminderung (x) der Schwere (wie letztere ohne Rotation ſonſt auch unter jener Breite wirken würde), dem Obigen gemäß, $x = {}^{1}/_{4} \cdot {}^{1}/_{289} = {}^{1}/_{1156}$ folgt; die Schwere, welche ohne Schwung auch in der Breite von 60° $= 1 = \frac{1156}{1156}$ ſeyn würde, wird daſelbſt durch den Schwung vermindert auf $\frac{1155.}{1156.}$

* Ich muß erſt einem augenblicklichen Anſtoße vorbeugen; dort wird gezeigt, daß auf einem Sphäroid die Schwerkraft nach dem Pole hin im Verhältniſſe des Quadrats vom Sinus der wachſenden geographiſchen Breite zunimmt; hier zeige ich, daß auf einer Kugel der die Schwere beeinträchtigende Schwung eben dahin im Verhältniſſe des Quadrats vom Coſinus der Breite abnimmt. Bei näherem Nachdenken findet man freilich, daß ſich dieſer Gegenſatz, durch welchen man ſonſt leicht irre werden könnte, bedingt, indem die Sinus der geographiſchen Breite vom Aequator an, wo letztere = 0, bis zum Pole, wo die Schwere-Maximo, wachſen, die Coſinus aber umgekehrt unter dem Pole zugleich mit dem Schwunge, deſſen Stärke ſie (ihre Quadrate) proportional ſind, = 0 werden. — Die Richtigkeit auch des erſteren goniometriſchen Ausdruckes iſt alſo für zwei ſpecielle Fälle gezeigt, mit welcher Art von Beweiſen ſich meine Leſer meiſtens zufrieden bezeigt haben; die dabei zu Grunde liegende Bedingung, daß die Schwere unter dem Aequator, wo der Schwung der größte, am kleinſten, und unter den Polen, wo letzterer dagegen der kleinſte, am größten iſt, gilt aber offenbar für das Sphäroid ſo gut wie für die Kugel.

neben Schwerpunct, ganz beſonders hierher verwieſen worden), daß die Zunahme der Pendellänge (der Länge des Secundenpendels) vom Aequator zu den Polen hin nicht nach dem obigen Geſetze der Kugelgeſtalt, ſondern vielmehr ſo Statt habe, wie dieß nach der in der Note angegebenen Weiſe nur auf einem Sphärojd erfolgen kann („Principia“ l. c. „Invenire proportionem axis planetae ad diametros eidem perpendiculares“); und die Betrachtung des „Schwunges,“ wie wir ſie hier angeſtellt haben, gewährt alſo nicht weniger diejenige Ueberzeugung von der elliptiſchen Geſtalt des Erdkörpers, welche wir uns im erwähnten Art. Pendel an der bemerkten Stelle auf einem andern Wege verſchafft haben. — Dieß aber habe ich, wie geſagt, in Betreff der „Schwungkraft“ auf dem Planeten Erde nur noch darthun wollen; und ich dehne unſere Unterſuchungen über dieſe Kraft, bevorworteter maßen, jetzt auf den Jupiter aus, hinſichtlich welches Planeten ich den wichtigen Gegenſtand jedoch, obwohl das nunmehr entwickelte Grundprincip ſelbſt natürlich überall das nämliche iſt, doch noch unter einem andern Geſichtspuncte zu behandeln habe.

Jupiter iſt nämlich (vergl. d. Art., S. 826 flgd.) eine Kugel (ein Sphäroid) von einem ſolchen Volumen, daß man 1300 Erdkugeln daraus ſchnitzen könnte; ſein Aequator hat demnach einen über 11 Mal größeren Umfang als der Erdäquator; und da ſich derſelbe mit der rotirenden Jupiterskugel ſchon in etwann 10 Stunden, alſo in einer nahe 2½ kürzeren als die 24ſtündige Rotationszeit der Erdkugel umſchwingt, ſo iſt die daher entſtehende, der Schwere (vergleiche die Formel) entgegengeſetzte Schwung= (Mittelpunctflieh=) Kraft* für dieſen Planeten, und namentlich eben unter ſeinem Aequator, deſſen Vergleichung in dieſem Bezuge mit dem Vorgange auf den Polen ich vorzüglich beabſichtige, natürlich auch viel ſtärker.

Ich habe ſchon im Artikel Fall, S. 418, gezeigt, daß der Fall ſchwerer Körper auf dem Jupiter, abgeſehen von der Rotation und der abgeplatteten Geſtalt dieſes Planeten, in der erſten Secunde, ſtatt auf der Erde 15 Fuß, mehr als 37 Fuß betragen müſſe; und die Anwendung der obigen Formel gibt ferner die Größe der Schwung= (Flieh=) Kraft unter dem Jupiters=Aequator, welche wir bei uns nur = 7 Linien = $^1/_{289}$ der Schwere gefunden haben, und welche ich dagegen halten wollte, faſt = 4 Fuß, alſo über ($^4/_{37}$) $^1/_9$ der dortigen Schwere.* Eine genauere Rechnung, die ich nun hier nach Mädler und mit Benützung eigener Notizen beibringen werde, läßt daraus aber die Größe des Falles unter den Polen jenes Planeten (alſo die — ſ. unten — durch „Schwung“ und Ellipticität weiter nicht alterirte Schwere), wie ich dieſe Vergleichung eben verſprochen habe, in folgender Art ableiten.

Nach einem Theorem nämlich, welches der uns aus dem Art. Gravitation, S. 718, bekannte Franzöſiſche Geometer Clairaut in ſeiner dort erwähnten „Théorie de la figure de la terre“** (neue Aufl. Paris. 1808. 8.) aufſtellt, iſt (wenn man die unverminderte Schwere am Aequator = 1 ſetzt) die

* Ich habe ſchon oben darauf aufmerkſam gemacht, daß der in Folge der Rotation Statt findende Schwung ſelbſt, namentlich unter dem Aequator, nicht verwechſelt werden darf mit dem daraus nur erwachſenden, dem Falle entgegenwirkenden Beſtreben (der „Mittelpunct=Fliehkraft“), welche ich im Texte „Schwung=Kraft“ nenne.

* Man ſieht hieraus, und ich hebe dieß ganz beſonders hervor, daß ſelbſt auf dem Jupiter, als dem größten aller, und, mit Rückſicht auf die Kürze der Rotationsdauer, dem gewaltigſten Schwunge ausgeſetzten Planeten gleichwohl die Schwere noch mehr als hinreichend überwiegt, um, wie ich mich oben mit Verweiſung hierher ausdrücke, die Körper auf ſeiner Oberfläche „feſtzuhalten“ (durch die Schwungkraft nicht entführen zu laſſen).

** Das Werk beſchäftiget ſich nämlich beſonders mit der Abplattung des Erdkörpers und der damit in der nachgewieſenen Verbindung ſtehenden „Schwungkraft.“

Schwere-Zunahme vom Aequator zum Pole + der Abplattung = 5/2 des Verhältniſſes der Schwungkraft zur Schwere, und alſo letztere Größe — der Abplattung = jener Zunahme.

Nun hat man:

Unverminderte Fallhöhe (Schwere) am **Jupitersäquator** . . . . = 37,7530 Pariſer Fuß.
Schwungkraft daſelbſt . . . . = 3,9905 „ „
Wirkliche dortige Fallhöhe . . . . = 33,7625 „ „
Verhältniß der Schwungkraft zur Schwere 3,9905 : 37,7530 = 0,1075 : 1, welches, 5/2 Mal genommen, gibt . . . . = 0,26425.
Abplattung (nahe, wie im Art. **Jupiter**, S. 826) = 1/17 . . . . = 0,05882.
Zunahme vom Aequator bis zum Pole . . . . = 0,20543.
Dieß, multiplicirt mit der **unverminderten** Schwere am Aequator (37,753), macht . . . . = 7,7055.
Alſo **Schwere** (Fall in der 1ſten Secunde) am **Jupiterspole** . . . . = 41,468 Pariſer Fuß.

Den **Fall**, oder alſo die **Schwere** auf der **Erde** durchgängig zu 15 Fuß angenommen, ſo verhält ſich dieſelbe hiernach zur Schwere unter dem Jupiters-**Aequator** = 15 : 33; unter den dortigen **Polen** = 15 : 41; — und 100 Pfund auf der Erde üben demgemäß am Jupiters-**Aequator** einen Druck von (15 : 33 = 100 :) 220
und an deſſen Polen (15 : 41 = 100 :) . . . . . 275 Pfunden
aus; und die bei uns etwann 3 Fuß betragende Länge des Secunden-Pendels muß auf dem Jupiter zu reſp. 6 und 8 Fuß angenommen werden.

Hierbei könnte nur noch befremden, daß ich für den **Jupiter** nicht auch, wie ſich doch für die Erde ergeben hat, die **unverminderte** Schwere unter dem **Aequator**, der Schwere unter den **Polen** gleich finde; allein dieß rührt eben von der großen Abplattung jenes Planeten her, welcher zu Folge der **polare** Halbmeſſer in einem viel bedeutenderen Maße **kleiner**, als der **äquatoreale** iſt, wodurch aber die Schwere (der **Fall**; vergl. wieder d. A. l. c.) natürlich modificirt wird.

Leſer endlich, welchen die ganze vorangehende Schlußfolge zu kühn erſcheinen ſollte, mache ich darauf aufmerkſam, daß die dabei weſentlich zu Grunde liegende **Größe**, **Rotation** und **Abplattung** des **Jupiter** (ſ. d. ganzen Art.) wirkliche Beobachtungs-Reſultate ſind, an welche ich meine Folgerungen, als nothwendige Conſequenzen, nur anknüpfe, ſo daß ſie zugegeben werden **müſſen**, wofern man nicht zugleich die Richtigkeit jener Beobachtungen in Zweifel ſtellen wollte.

Es bleibt mir alſo ſchließlich nur übrig, auch in **hiſtoriſch-literariſcher** Rückſicht noch hinzuzufügen, daß **Newton** als der Vater der betreffenden Unterſuchungen und ſein unſterbliches Werk der „Principia“ an den citirten Stellen, womit man **Clairaut's** nicht weniger bereits angeführte „Théorie de la figure de la terre“ verbinden mag, als der reichſte Quell detaillirterer Forſchung über „**Schwungkraft**“ anzuſehen iſt.

Sector, ſ. **Quadrant**, wo ſich bemerkt findet, daß die **allgemeine** Benennung der „Sectoren“ von den eingetheilten Cirkel-Ausſchnitten überhaupt gebraucht wird, und daß man ihnen **ſpeciell** den Namen **Quadrant**, **Sextant**, **Octant** beilegt, nachdem ſie 90°, 60°, 45° halten. — Vom „**Zenith**-

„Sector," wie ein ſolcher in Abirrung des Lichtes, S. 10, erwähnt wird, handelt ein eigener Artikel.

Secunde, vergl. Grad und Maß, wo die Eintheilung des „Grades" in 3600 Bogen-, und der „Stunde" in eben ſo viel Zeit-„Secunden" nachgewieſen wird.

Secunden-Pendel, ſ. Pendel.

See, ſ. Meer.

Sehewinkel, Geſichtswinkel, Optiſcher Winkel; Angulus opticus, Angulus visionis s. visorius; *Angle optique,* Angle visuel. Wenn Tafel XV. Fig. 2. in O ein Auge ſteht, und von den beiden Endpuncten M, N, einer Linie MN gerade Linien nach O gezogen werden, ſo heißt der Winkel MON der „Sehewinkel;" und man ſagt, die Linie MN (z. B. der — vgl. unten — Durch- oder Halbmeſſer eines Geſtirns) erſcheine dem Auge O unter dieſem Winkel. Man ſtellt ſich hierbei das ganze Auge als einen Punct vor, oder man ſetzt vielmehr O, den Scheitel des Sehewinkels, in den Mittelpunct der Oeffnung des Augenſterns (auch der Kryſtalllinſe). — Die ganze Wichtigkeit der Betrachtung dieſes Winkels für uns erhellt aber zunächſt aus dem A. Größe, ſcheinbare, welchen ich daher vorher wenigſtens einzuſehen bitte. Die Linien MO, NO ſind die Wege der Lichtſtrahlen, welche von den äußerſten Enden der Linie (des Gegenſtandes) MN auf die Mitte der Linſe kommen; und da man deßwegen von dieſen Strahlen annehmen kann, daß ſie (vgl. Linſen,* S. 51) ungebrochen durch die Kryſtalllinſen gehen, ſo treffen ihre Verlängerungen Om und On die Grenzen des auf der Netzhaut entſtehenden Bildes mn vom Gegenſtande MN. Indem aber der Abſtand dieſer Grenzen von einander die Größe des Gegenſtandes beſtimmt, ſo iſt der Sehewinkel zugleich das Maß der ſcheinbaren Größe von MN (wohl verſtanden, in ſo weit dieſelbe lediglich von der rein optiſchen Darſtellung abhängt, und — vergl. wieder Größe, ſcheinbare, S. 758 — von allen Einmiſchungen unſeres ſonſtigen Urtheils frei gedacht wird). In dieſem Sinne müſſen alſo die ſcheinbaren Größen der Linien, oder die ſcheinbaren Durchmeſſer der Gegenſtände (bei der aſtronomiſchen Anwendung hiervon, namentlich der Geſtirne) durch den Sehewinkel ausgedrückt und wie Winkel in der Geometrie gemeſſen werden.

Wenn die Augenaxe mOM auf das eine Ende M des Gegenſtandes gerichtet iſt und demnach auf ſeinen wahren Durchmeſſer MN (welchen ich hier die wahre Größe nennen will) perpendicular angenommen werden kann, ſo hat man für sin tot. = 1,

$$\text{tang } O = \frac{MN^*}{MO},$$

d. h. die Tangente des Sehewinkels iſt dem Quotienten der wahren Größe durch die Entfernung gleich. Hieraus laſſen ſich leicht die nachſtehenden Sätze ableiten, von welchen allen (vergl. unten) wir in vielen Artikeln unſeres Werkes mit Verweiſung hierher Anwendung gemacht haben.

1) Für zwei verſchiedene Gegenſtände ſtehen die Tangenten der Sehewinkel im directen Verhältniſſe der wahren Größen, und im umgekehrten der Entfernungen vom Auge.

2) Sind die wahren Größen gleich (oder iſt alſo der Gegenſtand derſelbe), ſo verhalten ſich die Tangenten der Sehewinkel umgekehrt wie die Entfernungen.** Ich komme auf dieſen Satz

* Es iſt zwar dort nur von Glas-Linſen die Rede; aber man gibt ohne weiteres zu, daß es ſich in dieſem Bezuge mit der Linſe des Auges nicht anders verhalte. Die Kenntniß des Letzteren und ſeiner oben erwähnten Beſtandtheile muß ich hierbei vorausſetzen.

* Nämlich MO : MN = 1 : tang O.

** D. h. wenn derſelbe Gegenſtand (daſſelbe Geſtirn) erſt aus der Entfernung D, wobei der Sehewinkel = a, und nachher aus der Entfernung d unter dem neuen Sehewinkel a′ wahrgenommen wird, ſo hat man tang a′ : tang a = D : d, alſo $\text{tang } a' = \frac{\text{tang } a \,.\, D}{d}$. Kommt daher (Fig. 3. der Tafel XV.) ein ſolcher nämlicher Gegenſtand ab

unten zurück, und hebe ihn deßhalb in der Note beſonders hervor.

3) Sind die Entfernungen gleich, ſo verhalten ſich die Tangenten der Sehewinkel geradehin wie die wahren Größen.

4) Sollen die (Tangenten der) Sehewinkel mehrerer Gegenſtände gleich ſeyn, ſo müſſen ſich die wahren Größen direct wie die Entfernungen verhalten.

5) Weil ſich kleine Winkel ziemlich genau wie ihre Tangenten verhalten (ſelbſt die Tangente von 2°, nämlich 0,03492, noch ſehr nahe dem doppelten der Tangente von 1°, welche 0,017455, und doppelt genommen alſo, wie jene, 0,03491 beträgt, gleich iſt), ſo kann man in den Sätzen 1. 2. 3. bei kleinen Sehewinkeln ohne merklichen Fehler die Winkel ſelbſt, ſtatt der Tangenten, nehmen.

6) Die obige Formel

$$\text{tang } O = \frac{MN}{MO}$$

gibt auch

$$MN = \text{tang } O \,.\, MO,$$

$$\text{und } MO = MN \,.\, \cot \,.\, O,^{*}$$

daß man alſo von den drei Stücken: Sehewinkel O, wahre Größe MN und Entfernung MO jedes aus den beiden andern finden kann.

Von derjenigen dieſer drei Aufgaben der Ableitung einer der drei bezeichneten Größen aus den beiden andern, welche in der Ermittlung der wahren Größe des Halbmeſſers eines Geſtirns aus dem Sehewinkel (ſcheinbaren Halbmeſſer) und der Entfernung beſteht, will ich hier unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte ein beſonderes Beiſpiel beibringen.

Der Sehewinkel, unter welchem der Halbmeſſer der Sonne erſcheint (der ſcheinbare Halbmeſſer der Sonne) ſey nämlich (für eine gewiſſe Zeit) 16′. Die Tangente hiervon iſt 0,0046542. Die gleichzeitige Entfernung der Sonne von der Erde beträgt 24200 Erdhalbmeſſer. So iſt für dieſe Annahme die wahre Größe des Sonnenhalbmeſſers = 24200 . 0,0046542 = 112,7 Erdhalbmeſſer (andere Beſtimmungen geben ihn — vergl. Sonne — etwas kleiner).

Was dagegen, zweitens, die Ermittlung des Entfernungs-Verhältniſſes eines nämlichen Geſtirns in verſchiedenen Puncten ſeiner Bahn aus den entſprechenden ſcheinbaren Durch- oder Halbmeſſern („Sehewinkeln“), z. B. der Sonne, betrifft, weßhalb ich oben in Nr. 2. hierher verwieſen habe, ſo führe ich in Excentricität, S. 402, einen betreffenden Fall des Unterſchiedes des (ſcheinbaren) periheliſchen und apheliſchen Sonnendurchmeſſers und des daraus folgenden Entfernungs-Unterſchiedes dieſes Geſtirns von der Erde an.

Drittens und ſchließlich aber kann man, wenn durch diejenigen Methoden, wozu z. B. wieder für die Sonne im Art. Durchgang Anleitung ertheilt worden, die wahre Entfernung dieſes Geſtirns, und auf andern Wegen (ſ. Parallaxe, S. 255) zugleich ihr wahrer Durchmeſſer berechnet iſt, daraus umgekehrt nach der Formel 1. den entſprechenden ſcheinbaren Durchmeſſer (Sehewinkel) folgern, und durch deſſen nachherige wirkliche Beobachtung jene Rechnung verificiren.

Solchergeſtalt iſt alſo die ganze Wichtigkeit des „Sehewinkels“ in allen den drei nachgewieſenen Fällen ſeiner aſtronomiſchen Anwendung gezeigt, und ich darf den Vortrag darüber hiermit beenden.

Sehungsbogen; Arcus visionis; *Arc de vision.* Unter dem „Sehungsbogen“ eines Geſtirns verſteht man die geringſte Tiefe der Sonne unter dem Horizonte des Beobachters, bei welcher ihm dieß Geſtirn ſichtbar wird. So lange die Sonne nämlich über dem Horizonte

aus der Entfernung cb in die z. B. halbe Entfernung cb′, ſo iſt (natürlich mit Bezug auf denſelben Radius cb′) die Tangente a′b′ des nunmehrigen Sehewinkels a′cb′ doppelt ſo groß, als die Tangente db′ des erſteren Sehewinkels acb; oder, wenn das Verhältniß der Winkel (vergl. oben) unmittelbar für das ihrer Tangenten geſetzt werden darf, ſo iſt der neue Sehewinkel a′cb′ doppelt ſo groß als der frühere acb.

* Nämlich, MN zum Radius nehmend, $MN : MO = 1 : \text{tang } N$ (d. i. cot O).

ſieht, verdunkelt ihr übermächtiger Glanz das Licht der übrigen Geſtirne, und man kann nur den Mond und die Venus bei Tage ſehen, vorausgeſetzt, daß die Sonne nicht noch zu hoch iſt.* Die übrigen Geſtirne werden (vergl. d. Anmerk. — dem bloßen Auge) erſt nach Sonnen-Untergange ſichtbar, jedoch deſto eher, je beträchtlicher ihre ſcheinbare Größe und je ſtärker ihr Licht ausfällt.

Wenn man an einer (richtigen) Uhr beobachtet, wie lange Zeit die Sonne untergegangen ſeyn muß, ehe man ein beſtimmtes Geſtirn zuerſt ſehen kann, ſo läßt ſich aus dieſer Zeit und dem für den betreffenden Tag Statt findenden Stande der Sonne gegen den Horizont die entſprechende Tiefe der letzteren unter dem Horizonte, d. h. alſo der Sehungsbogen jenes Geſtirns finden. Aber wegen der verſchiedenen Güte der Augen und der veränderlichen Beſchaffenheit der Atmoſphäre müſſen die Reſultate ſolcher Beobachtungen natürlich ſehr ungleich ausfallen, zumal für die Planeten, bei denen es noch überdieß auf ihre verſchiedene Entfernung von der Erde, und, was die „unteren" betrifft, auf die Größe ihres eben erleuchteten Theiles ankommt. So ſetzt Ptolemäus (wie ich, ohne weitere Bezeichnung der Stelle im „Almageſt", in meinen Notizen finde) den „Sehungsbogen" für Merkur und Jupiter = 10, und Hevel (der Danziger Aſtronom), welcher ein ſehr ſcharfes Auge hatte, dagegen nur auf 3°, weßhalb ich auf Weiteres hierüber auch nicht eingehe, ſondern nur noch bemerke, daß man den (gewöhnlich zu 18° angenommenen) Sehungsbogen der kleinſten Sterne als „Grenze der Dämmerung" (vgl. d. Art. S. 221) bezeichnet.

Seleniten, ſo viel als Mond- („Selene") Bewohner.

Sextant; Sextans; *Sextant.* In allgemeiner Bedeutung des Wortes der ſechste Theil eines Kreiſes, ein Sector (vergl. d. Art.) von 60°. Gewöhnlich wird aber darunter der Hadley'ſche (Hadley, Vicepräſident der Königlichen Societät zu London, als welcher er 1731 die Erfindung dieſes Winkelmeß-Inſtruments machte) Spiegel-„Sextant" verſtanden, deſſen übrigens unveränderte Einrichtung man jedoch zum Seegebrauche noch häufiger auf den Octanten (Sector von $^{360}/_{8} = 45°$) anwendet, von welchem ich unter dem Namen Spiegel-„Quadrant" in letzterem eigenen Artikel handle (wo auch der Grund der Subſtitution der Benennung „Quadrant" für den dabei eigentlich doch nur in Rede ſtehenden „Octanten" vorkommt). — Hinſichtlich des „Sextanten" ſelbſt bemerke ich nur in ſprachlicher Hinſicht noch, daß man dieß Werkzeug oft „übergetheilt" nennt, welches ſagen will, daß er an beiden Seiten noch etwas mehr als eben ſeine genauen 60° enthalte.

Sideriſche Revolution, ſ. Revolution, wo gezeigt wird, daß die unter „ſideriſcher Revolution" zu verſtehende Rückkehr, z. B. eines Planeten, zum nämlichen Fixſterne („Sidus") bei Vorausſetzung vollkommener Unbeweglichkeit dieſes letzteren allein in aller Strenge der wahre Umlauf iſt. Ferner hebe ich in dieſem Bezuge nochmals hervor, daß der Unterſchied zwiſchen der Dauer einer ſolchen „ſideriſchen" und der tropiſchen Revolution deſſelben Geſtirns mit der Dauer der Revolution dieſes Geſtirns überhaupt zunimmt, wovon man den Grund (vergl. ein numeriſches Beiſpiel in Pallas, S. 245) leicht einſieht.

Solſtitien, ſ. Sonnenwenden.

Sommer; Aestas; *Été.* Eine der vier Jahreszeiten (vergl. den Collectiv-Artikel), welche zwiſchen den Frühling und Herbſt fällt, vom längſten Tage, an welchem die Sonne den höchſten Mittagsſtand erreicht, anfängt und ſich mit dem Tage der Herbſtnachtgleiche endiget. In unſern Ländern (gemäßigte Zone — vergl. unten — der Nordhalbkugel) beſtimmt der Eintritt der Sonne* in den

* Dieß bezieht ſich jedoch nur auf die Betrachtung mit bloßem Auge; durch hinreichend lichtſtarke Fernröhre (vergl. d. Art. S. 430) dagegen erblickt man nicht nur jene beiden Geſtirne, ſondern ſelbſt Fixſterne (wenigſtens erſter Größe) am hellen Mittage.

* Ich unterſtreiche oben „Sonne," weil (ſ.

Krebs (in ſein Zeichen, vergl. d. A.) den Anfang, und der Eintritt in die *Wage* das Ende des „Sommers.“ Demgemäß hebt dieſe Jahreszeit *bei uns* „um“ * den 21ſten Juni an und hört um den 23ſten September auf.

In der *ſüdlichen* (der entgegengeſetzten) Halbkugel dagegen erreicht die Sonne ihren höchſten Mittagsſtand und macht demnach den längſten Tag zur Zeit ihres Eintrittes in den *Steinbock*; *hier* fängt alſo der Sommer am 21ſten Decbr. (dem, *unſerem* Sommersanfange des 21ſten Juni auch gerade um ein halbes Jahr entgegenliegenden Tage) an, und endiget um den 20ſten März (*unſerem* Frühlingsanfange und unſerem *Winter*ende).

In der *heißen* Zone (ich habe oben in Betreff des folgenden Unterſchiedes von den „gemäßigten“ Zonen hierher verwieſen) gibt es, wie man ſich leicht vorſtellig macht, jährlich *zwei* Tage, an denen die Sonne durch den Scheitel geht, und man müßte alſo, ſoweit der höchſte Sonnenſtand die Sache beſtimmen hilft, für *dieſe* Zone eigentlich auch *zwei* Sommer annehmen; allein unſer Begriff „Sommer“ (wenigſtens als Gegenſatz von *Winter*) paßt überhaupt auf Länder nicht, in denen unter jenem Geſichtspuncte der Witterung *immer* Sommer (nie *Winter*) iſt.

Dem in der vorn nachgewieſenen Art von dieſem höchſten Sonnenſtande abhängig gemachten *aſtronomiſchen* „Sommer“-Anfang für die *gemäßigten Zonen* (auf welche ich mich alſo, auch von den *Polarregionen* abſehend, hier beſchränke) entſpricht jedoch der *phyſiſche* Sommer-Anfang in ſo fern nicht, als die *größte* Sommer*hitze* „meiſtens“ * nicht, wie man doch auf den erſten Blick erwarten möchte, *zugleich* mit dieſem *höchſten* Mittagsſtande der Sonne, ſondern *gewöhnlich* erſt einige Zeit *nachher* eintritt, weil ſich nämlich die Wirkungen natürlich erſt dann am ſtärkſten offenbaren, wenn ihre Urſachen einige Zeit gedauert haben (auf dem Nachbar-Planeten *Mars*, auf welchen ich im gegenwärtigen Bezuge hinten nochmals zurückkomme, wird — vergl. d. Art. S. 78 — Aehnliches beobachtet).

Noch und beſonders iſt unter unſerem *aſtronomiſchen* Geſichtspuncte hervorzuheben, daß für die *nördliche* Halbkugel des Planeten Erde und für *jetzt* (ich komme gleich auf dieſes „jetzt“) der aſtronomiſche (wie ich ihn oben abgrenze) *Frühling und „Sommer“* zuſammen *etwann* 7 ** Tage *länger* als der *Herbſt* und *Winter* dauern, wogegen für die entgegengeſetzte *ſüdliche* Halbkugel auch gerade der Gegenſatz Statt findet. Dieß rührt ganz einfach daher, daß der *Sommer* der *Nord*halbkugel in die *Sonnenferne* fällt, wo die Erde, wie ich nun gleich näher aufklären werde, *langſamer* in der Bahn fortrückt, als im Winter, indeß für die *Süd*halbkugel alſo natürlich gerade der umgekehrte Fall Statt hat.

Ich bitte die Leſer nämlich, ſich zu einer ſolchen genaueren Einſicht hiervon die *elliptiſche* (denn gerade *dieſe* Geſtalt iſt hier entſcheidend) Jahresbahn

d. A. *Ekliptik*, S. 298) ihrem nur *ſcheinbaren* Eintritte in den *Krebs* der *wirkliche* Eintritt des ſie umkreiſenden *Planeten Erde* in den, dem Krebſe *diametral* gegenüberliegenden *Steinbock* entſpricht (vergl. hinten, wo ich hierauf zurückkomme).

* Man könnte mich fragen, warum ich oben ſtatt beſtimmt *am* nur unbeſtimmt „um“ ſage? Die Antwort im A. *Kalender*, S. 844 und 849.

* „Meiſtens.“ In der That beobachtet man auffallende Ausnahmen; die größte Sommerhitze hat zuweilen ſogar *vor* dem Solſtitium, alſo *vor* dem *aſtronomiſchen* Sommer-Anfange Statt. — Wärme und Kälte hangen zwar *großentheils*, aber doch *nicht allein* vom Sonnenſtande ab, worüber ich mich jedoch mit dieſer Andeutung begnüge, da mich die Verfolgung des Gegenſtandes *ſehr* weit führen würde.

** Die Leſer finden bei andern Schriftſtellern und auch in früheren Artikeln *meines* Werkes, z. B. im Art. *Mars*, S. 76, 8 Tage; eigentlich ſind es $7^{d}\ 20^{h}$; — ich habe aber bei der folgenden Rechnung, des ſchnellſten Ueberblickes wegen, von den überſchießenden „*Stunden*“ abgeſehen.

der Erde mit ihrer großen Axe und der Sonne in demjenigen Brennpuncte, welcher ſolchergeſtalt den „Centralpunct“ abgibt, recht zu verſinnlichen. Das eine Ende dieſer großen Axe iſt danach die Sonnenferne; und hierher gelangt die Erde bei ihrem Bahnlaufe, wie geſagt, zu derjenigen Zeit, ungefähr um das Ende Juni, da gerade die Nordhalbkugel zur Sonne hin geneigt iſt und demnach „Sommer“ hat. Indem dieſer Sommerpunct (vergl. d. folgend. Art.) ſolchergeſtalt aber, wenigſtens beiläufig, das Ende der großen Axe einnimmt, fällt der (in Bogen um 90°, in Zeit um ¼ Jahr vorauf liegende) Frühlingspunct* auch wieder nahebei in das eine Ende der kleinen Axe; denn alſo bringt es eben die Beſchaffenheit der Ellipſe mit ſich. Von dieſem Puncte ab, durch unſern Sommerpunct (alſo den Sonnenferne-Punct) bis zum andern Endpuncte der kleinen Axe, dem ſomit dem Frühlingspuncte diametral gegenüber liegenden Herbſtpuncte, durchläuft die Erde demnach diejenige Hälfte** ihrer elliptiſchen Bahn, in welcher der „Central-“ (der Kraft-) Punct nicht liegt, und in welcher die Bewegung aus dieſem Grunde langſamer erfolgt; — und dieß iſt denn der eigentliche Grund der längeren Dauer des Sommers der nördlichen Halbkugel,*** über welchen ich mich hier beſtimmter auslaſſen wollte.

Zugleich kann ich aber nunmehr auf das „jetzt“ kommen, deſſentwegen ich oben hierher verwieſen habe, daß nämlich nur für jetzt der „Sommer“ der nördlichen Halbkugel länger als der der ſüdlichen ſey. Denn wir haben geſehen, daß dieß von dem (nahen) Zuſammenfallen unſeres Sommerpunctes mit dem Puncte der Sonnenferne abhing, welches für jetzt Statt findet, und alſo dauernd ſeyn müßte, wenn jenes Verhältniß gleich dauernd ſeyn ſollte. Allein weder der eine, noch der andere dieſer beiden Puncte haben eine feſte Stelle am Himmel; die „Sonnenferne“ rückt (vergl. Apſiden) langſam nach Oſten; der „Sommerpunct“ (zugleich mit den Nacht-

* Ich habe ſchon oben mit Verweiſung hierher darauf aufmerkſam gemacht, daß, wenn die Sonne in dieſem „Frühlings-“ (dem Widder-) Puncte (♈) erſcheint, der Planet Erde ſich dagegen in der Bahn wirklich im diametral entgegengeſetzten Puncte der Wage (♎) befindet. Wofern ſich meine Leſer alſo ſelbſt eine Figur, deren Beibringung ich überflüſſig gefunden habe, zeichnen wollten, ſo müſſen Sie ſich hierbei ja nicht irren.

** Ich ſetze dabei voraus, daß die Leſer die vermittelſt dieſer kleinen Axe in zwei gleiche und ſymmetriſche Hälften getheilte Ellipſe, in deren einer, durch die Sonnennähe bezeichneten, zugleich der „Kraftpunct,“ die Sonne, liegt, recht vor dem geiſtigen Auge haben.

*** Die Erde trifft in jenem erſten Endpuncte der kleinen Axe ihrer elliptiſchen Bahn, welcher alſo, wie geſagt, ungefähr dem Frühlingspuncte entſpricht, den 29ſten März ein, geht von da durch unſern Sommerpunct und erreicht den entgegengeſetzten Endpunct der kleinen Axe (ungefähr den Herbſtpunct) am 1ſten October. Zwiſchen dem 29ſten März (einſchließlich) und 1ſten October (ausſchließlich) liegen aber (3 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31 + 30) . . . . . . 186 Tage,
und vom 1ſten October (einſchließlich) bis 29ſten März ſind dagegen nur (31 + 30 + 31 + 31 + 28 + 28) 179 —
ſo daß der Unterſchied (etwann; ich habe von den Stunden abgeſehen) . . 7 Tage
beträgt, um welche der Frühling (vgl. d. Art. S. 583) und „Sommer“ unſerer nördlichen Halbkugel länger als ihr Herbſt und Winter dauern (d. h. die Erde durchlauft die Hälfte ihrer elliptiſchen Bahn vom einen Endpuncte der kleinen Axe durch die Sonnenferne, wo ihre Bewegung die langſamſte iſt, bis zum andern Endpuncte in 186, und die entgegengeſetzte Hälfte, wo die Bewegung in der Sonnennähe am ſchnellſten ausfällt, ſchon in 179 Tagen; 186 + 179 = 365 Tage = dem ganzen Jahresumlaufe, abgeſehen von den Stunden).

gleichen, ſ. d. Art.) dagegen langſam nach Weſten; und alſo kommen dieſe beiden Puncte vielmehr allmälig mehr und mehr auseinander, und werden demgemäß erſt nach mehreren Jahrtauſenden in einer ſolchen gegenſeitigen Stellung, wie etwann die jetzige, wieder mit einander zuſammentreffen.* — Dieß wird über die vorliegende Frage, in Bezug auf den Planeten Erde, genügen.

Dagegen iſt es unendlich intereſſant, daß auf dem Nachbarplaneten Mars (und zwar aus den nämlichen Gründen, auch bloß für „jetzt") daſſelbe Verhältniß, jedoch in einem viel ſtärkeren Maße Statt findet; der dortige Frühling und Sommer der Nordhalbkugel dauern zuſammen 372, der Herbſt und Winter nur 296 dortige Tage (das Jahr des Mars iſt = 372 + 296 = 668 Marstage), daher der Unterſchied, ſtatt bei uns 7 bis 8 Tage, vielmehr 76 Tage austrägt.** — Ich weiſe dieß im betreffenden Art. Mars, deſſen Vergleichung ich überhaupt empfehle, beſonders S. 76 genauer nach, und beſchließe mit dieſer Empfehlung den gegenwärtigen Vortrag über „Sommer."

* Der Sommerpunct liegt jetzt etwann 9° weſtlicher, als die Sonnenferne, beide entfernen ſich alle 100 Jahr um 1°,7 weiter von einander, und müſſen demnach in dieſer Art noch (360 − 9 =) 351° zurücklegen, um neuerdings völlig zuſammenzutreffen (wie ſie dieß alſo jetzt noch nahe ſind), daher 100 : 1,7 = x : 351, und x etwann = 20 Jahrtauſenden, während welcher langen Periode natürlich die verſchiedenſten Stellungen zwiſchen der „Aequinoctial-" und „Apſidenlinie" eintreten. — Ich glaube, nicht weiter darauf eingehen zu dürfen; die Hauptſache iſt aber ſomit vollkommen klar gemacht.

** Schon Bd. I. S. 584 iſt ein Unterſchied des bloßen Frühlings auf der Mars-Nordhalbkugel gegen die Südhalbkugel von 42 Marstagen nachgewieſen. — Zweifelſüchtigen Leſern bemerke ich übrigens, daß dieſe Angaben die Auctorität des genauen Dorpater Aſtronomen Mädler für ſich haben.

Sommerpunct, Sommerſonnenwende; **Punctum solstitii aestivi**; *Solstice d'été*. Was hierunter bei Betrachtung der wirklichen Jahres-Bewegung der Erde (in ihrer Bahn) um die Sonne zu verſtehen ſey, iſt im vorangehenden Artikel „Sommer" hinreichend nachgewieſen worden. Gewöhnlich bezieht man ſich aber dabei vielmehr auf die bloß ſcheinbare jährliche Bewegung der Sonne um die Erde, unter welcher Vorausſetzung (unſer) „Sommerpunct" denjenigen Punct der Ekliptik bedeutet, in welchem die Sonne bei dieſem ihrem ſcheinbaren jährlichen Umlaufe die größte nördliche Abweichung erhält, und in welchen ſie um* den 21ſten Juni, d. h. zu Anfange unſeres Sommers tritt. Da ſie in demſelben dem Nordpole am nächſten ſteht, ſo hat ſie alsdann für die Orte der von uns bewohnten nördlichen gemäßigten Zone (und die ich deßhalb hervorhebe) die größte Mittagshöhe, daher wir zu dieſer Zeit der längſten Tage genießen. Dieſer Punct iſt der Anfang vom Zeichen des Krebſes, wie man ſich (vergl. Zeichen) noch ausdrückt, obwohl das Sternbild des Krebſes ſelbſt dieſen Ort längſt verlaſſen** hat, und der „Sommerpunct" daher jetzt wirklich in das Bild der Zwillinge, etwann vor die Füße des Caſtor, fällt. Vom Frühlingspuncte, dem Durchſchnitts- und Zählungsanfangspuncte der Ekliptik und des Aequators, iſt unſer Sommerpunct 90° öſtlich entfernt, ſo daß ſeine Länge ſowohl als ſeine gerade Aufſteigung (ſtets) 90° (3 Zeichen) beträgt; ſeine

* Weßhalb hier „um" ſtatt des beſtimmten am ſteht, darüber der Nachweis im vorangehenden Art. Sommer.

Unter „unſerem" Sommer wird hier aber natürlich der Sommer der von uns bewohnten nördlichen Halbkugel verſtanden.

** Ueber die Gründe dieſes „Verlaſſens" muß man den Art. Vor- (Zurück-) Rücken der Nachtgleichen vergleichen, und ſich nur daran erinnern, daß der Sommerpunct immer in gleicher Entfernung von den „Nachtgleichen" bleibt, alſo ihre Bewegung, deren Folge eben das „Verlaſſen" iſt, nothwendig theilt.

Abweichung iſt, dem Angeführten gemäß, nördlich und der Schiefe der Ekliptik (vergl. d. A.) gleich. Durch dieſen Punct geht, parallel mit dem Aequator, der Wendekreis (ſ. Wendekreiſe) des Krebſes.

Will man aber hiernächſt ſchließlich den Begriff eines „Sommerpunctes“ auch auf die ſüdliche Halbkugel ausdehnen, ſo liegt dieſer ſüdliche „Sommerpunct“ dem unſerigen in der Ekliptik diametral gegenüber, alſo in 270° (9 Zeichen) der Länge und geraden Aufſteigung, im Anfange vom Zeichen des Steinbocks; und es gilt von demſelben, wenn man nur ſtatt „nördlich“ ſüdlich, und ſtatt „Wendekreis des Krebſes“ Wendekreis des Steinbocks ſagt, und die Erreichungszeit, ſtatt auf den 21ſten Juni, auf den 21ſten December ſetzt, übrigens alles das Vorangeführte.*

Sommerſonnenwende, ſ. Sonnenwenden.

Sonne; Sol; *Soleil.* Der Centralkörper unſeres** Syſtems; von den Aſtronomen, wie ich gleich bemerke, mit ⊙ bezeichnet. Die „Sonne“ iſt, in mechaniſcher Rückſicht, durch ihre Stellung im Kraftpuncte des Syſtems und ihre überwiegende Maſſengewalt die Hauptregiererin, die Königin der geſammten planetariſchen Bewegungen, in phyſiſcher Rückſicht aber durch die, dieſem ihrem Syſteme allein*** beiwohnende Eigenſchaft der Licht- und Wärme-Entwicklung zugleich die Spenderin alles Lebens. Ihre Gegenwart über dem Horizonte verbreitet auf der Oberfläche des Planeten Erde, auf welchen wir, als Bewohner deſſelben, ſie natürlich zunächſt beziehen, das Licht des Tages, vor deſſen Glanze alle andern Geſtirne erbleichen; ihre Verbergung unter dem Horizonte veranlaßt die Dunkelheit der Nacht. Ihre Strahlen erregen in den ihnen ausgeſetzten Körpern diejenige fühlbare Wärme, welche zur Erhaltung und zum Wachsthume der organiſchen Schöpfung unentbehrlich iſt. Dieſe Wärme wird deſto ſtärker, je länger die Körper ſie einſaugen, je mehr Strahlen von dieſen Körpern aufgefaßt werden, und jemehr ſich der Einfallswinkel der Strahlen dabei dem rechten nähert.* Daher wird der verſchiedene Stand der Sonne gegen die verſchiedenen Stellen der Oberfläche des Planeten Erde (oder vielmehr aller Planeten, von denen ich, wie geſagt, die Erde, als unſern Planeten, nur beſonders gern als Beiſpiel auszeichne) die Urſache der abwechſelnden Taglängen, Jahreszeiten und Temperaturen, wovon die jährlich wiederkehrende Fruchtbarkeit des Bodens, die Eintheilung, die Beſchaffenheit des Klimas u. ſ. w., kurz das Leben überhaupt abhängt.

Die neuere Sternkunde lehrt aber, angedeutetermaßen, daß die „Sonne“ nicht

* Dieſer Sommerpunct der ſüdlichen Halbkugel iſt natürlich der Winterpunct der nördlichen, unter welcher letzteren Bezeichnung ich beſonders davon handle.

** Ich hebe das Wort „unſeres“ hervor. Von einem (ſ. d. folgende Anmerk.) großen Theile der Fixſterne darf (vergl. d. A. S. 541) mit Beſtimmtheit angenommen werden, daß ſie nicht weniger „Sonnen“ in der nämlichen Bedeutung zugleich Licht und Wärme verbreitender „Centralkörper ihrer eigenen Syſteme,“ ihrer Planeten-Umgebungen ſind.

*** Auch dieß „allein“ bedarf einer Bevorwortung; die Doppelſternſyſteme (vergl. wieder d. Art. Fixſterne, S. 560) haben uns, im Gegenſatze der in der voraufgehenden Anmerkung erwähnten Fixſterne („Sonnen“), welche (gleich der unſrigen) nur von Planeten umringt ſind, vielmehr Centralſonnen mit einem Gefolge von Sonnen, alſo auch ſelbſtleuchtenden Geſtirnen, wenn gleich niederer Ordnung, als jene „regierende“ Centralſonne, kennen gelehrt.

* Die uns im Winter nur ſehr ſchief treffenden Sonnenſtrahlen beſitzen eine geringe Erwärmungsfähigkeit im Vergleiche zu denjenigen, welche im Sommer näher bei unſerem Zenith einfallen. — Weitere Unterſuchungen über die phyſiſche Beſchaffenheit des Sonnenlichtes gehören vor das Forum der allgemeinen Naturlehre, und dürfen unter dem ſpeciellen aſtronomiſchen Geſichtspuncte nicht verfolgt werden.

allein die Erde, ſondern auch die übrigen Haupt- und Nebenplaneten ihres Syſtems, gleichwie die Kometen erleuchtet und erwärmt, und daß ſie in dem durch dieſe ſämmtlichen Geſtirne in Verbindung mit ihr gebildeten Syſteme den vorzüglichſten Platz, den Kraftpunct der Bewegung, einnimmt, und von demſelben aus jene untergeordneten Syſtemskörper zwingt, Bahnen um ſie zu beſchreiben. Die Sonne iſt alſo, um es nochmals zu wiederholen, als Regiererin und Erhalterin im Syſteme, der erſte und vornehmſte Körper dieſes Ganzen;* und ich muß deßhalb von ihr mit derjenigen Ausführlichkeit handeln, auf welche ich meine Leſer hierdurch vorbereite.

Unſern Blicken ſtellt ſich dieſes bewundernswürdige Geſtirn der Sonne als eine kreisrunde Scheibe dar, wiewohl ihr Glanz zu lebhaft iſt, um, wenigſtens dem unbeſchützten Auge, eine nähere Betrachtung zu geſtatten. Von den Mitteln ſolcher genaueren Beobachtungen und den ſodann auf der Oberfläche der Sonne wahrnehmbaren Flecken, „Sonnenflecken," handle ich vorläufig ſchon zu Schluſſe dieſes Vortrages, im Detail aber, und wie ich mir hierdurch gleich ausbedinge, in einem beſondern, dem gegenwärtigen unmittelbar folgenden Artikel. Anticipirend bemerke ich in dieſem Bezuge nur, daß die „Flecke" (nach Anleitung der dazu, z. B. in Mars, S. 72, gelehrten Methode) gedient haben, eine Umwälzung der Sonne um ihre Axe, eine Rotation, nach Art der Rotation unſerer Erdkugel, nachzuweiſen, wozu der (vergl. unten) ungeheure Sonnenkörper aber (ſtatt des Einen Tages unſeres kleinen Planeten) 25½ Tage gebraucht. Da nun die Sonne, dieſer Rotation unerachtet, ſtets in der angegebenen kreisrunden Scheibengeſtalt erſcheint, ſo folgt hieraus, daß ſie eine Kugel ſeyn muß, indem die Eigenſchaft, ſich in jeglicher Lage kreisrund zu zeigen, unter allen Körpern nur der Kugel beiwohnt.

Die Sonne theilt nicht nur mit den übrigen Geſtirnen die tägliche Bewegung von Morgen gegen Abend, ſondern es wohnt ihr unter den Fixſternen auch diejenige ſcheinbare jährliche Bewegung umgekehrt von Abend gegen Morgen bei, von welcher wir wiſſen, daß dieſelbe vielmehr die Folge der wirklichen jährlichen Umlaufsbewegung unſeres Planeten Erde um die Sonne iſt. Ich habe über dieſe Subſtitution des alſo eingebildeten Jahreslaufes der Sonne, ſtatt der wirklichen Revolution des Planeten Erde, und über deren Zuläßigkeit hinſichtlich der Erſcheinung am Himmel an vielen Stellen meines Werkes*, namentlich im Art. Ekliptik (S. 298) gehandelt, und darf dazu, mir vorbehaltend, auf das wahre Sachverhältniß und die Ungleichheiten dieſer Bewegung unten zurückzukommen, vorläufig hier nur noch bemerken, daß man deßwegen der „Ekliptik," wiewohl ſie alſo die eigentliche Jahresbahn der Erde um die Sonne abgibt, doch auch den Namen „Sonnenbahn" beilegt. Dieſer Vorſtellung gemäß iſt demnach die Sonne einer (vergl. das gleich Folgende) Verbindung der obigen täglichen (von Oſten nach Weſten gehenden) mit der jährlichen (vielmehr nach Oſten gerichteten) Bewegung unterworfen; — und dieſe Verbindung iſt es denn, deren ſchon Ovid in den ſchönen Verſen:

„Adde, quod assidua rapitur vertigine coelum

* „*Sol,* amplissima magnitudine ac potestate, praeclarus, eximius, omnia intuens!" ſagt ſchon Plinius in der H. N. — Ich kann die Stelle nicht gleich wieder auffinden; ſie wird aber wohl im 2ten Buche ſtehen.

* Ich gehe deßwegen auch in ein beſonderes Detail über die Dauer dieſer „Revolution" hier nicht erſt ein; dieſe Dauer der Revolution, ob man die Bewegung nur der Sonne oder der Erde beilege, beträgt immer ein Jahr, in welchem Artikel weitläuftig davon gehandelt wird. Wohl aber muß man der Sonnenbewegung, wenn man ſie alſo der Bewegung des Planeten Erde ſubſtituirt, Elemente zu Grunde legen, welche ich daher unten bei Erwähnung der neueſten Sonnentafeln beibringen werde.

Sideraque alta trahit celerique volumine torquet.
Nitor in adversum, nec me (qui caetera) vincit
Impetus, et rapido contrarius evehor orbi.“ *

erwähnt, und welche die neuere Aſtronomie (l. c.) ſo glücklich zu erklären weiß.

Die alten Aſtronomen, ** welche die Unbeweglichkeit unſeres Planeten behaupteten, mußten ſich, Behufs einer Erklärung jener Verbindung der täglichen und jährlichen Bewegung, die Sonne in Spiralgängen um die Erde laufend denken, indem ſie dieſes Geſtirn täglich etwas in dem „ſchiefen Kreiſe“ der Ekliptik nach Oſten fortrücken, und von jedem ſolchergeſtalt erreichten Puncte dieſes „ſchiefen Kreiſes“ zugleich einen andern (einen neuen) Tagkreis in weſtlicher Richtung um die Erde beſchreiben ließen, wobei, wie leicht gefunden wird, in der That eine ſolche „Spirale“ entſteht. Wenn man dieſe Erklärung, indem man ſich die „ſchiefe“ Lage der Ekliptik gegen den Aequator verſinnlichet, recht durchdenkt, ſo wird man genauer einſehen, welche wichtige Bedeutung die Anwendung der Vorſtellung eines ſolchen „ſchiefen Kreiſes“ der Sonnenbahn für die Alten hatte, indem in ihrem Sinne allein die „Schiefe“ den Vorgang bedingt; — und ich habe dieſen Ausdruck deßhalb auch in dem Art. Ekliptik ſo ſorgfältig hervorgehoben, und bitte um Vergleichung des Artikels.

Was hiernächſt die Entfernung der Sonne von der Erde anbetrifft, ſo lehrten ſchon die Sonnenfinſterniſſe, bei welchen der Mond ſichtbarlich zwiſchen uns und die Sonne tritt, im Allgemeinen, daß die letztere weiter als der erſtere von der Erde entfernt ſey. Wie weit aber eigentlich? iſt eine andere und ſchwerer zu beantwortende Frage; und dieſe genaueſte Beſtimmung, auf welche ich übrigens auch unten zurückkomme, iſt (vergl. d. A. Durchgang, S. 243, und Parallaxe, S. 260) erſt der neueren Aſtronomie geglückt.

Wie ſchwankend dagegen die Begriffe der Alten von dieſer eigentlichen Sonnen-Entfernung geweſen ſeyen, findet man beim Plinius H. N. II. 21. 23. Pythagoras ſoll danach die Weite von der Erde bis zum Monde = 126000 Stadien (zu 1/32 deutſche Meile, wie man gewöhnlich rechnet, — ſtatt der wahren 50000 — etwann 4000 ſolche Meilen), von da ab zur Sonne aber (wofür wir 20 Millionen Meilen finden) nur doppelt ſo groß angeſchlagen haben. Eben ſo willkürlich ſind (l. c.) die Angaben des Poſidonius; und Plinius ſelbſt iſt auch nicht genauer.

Ariſtarch von Samos (dieſer uns ſchon aus früheren Artikeln bekannte Griechiſche Aſtronom des dritten Jahrhunderts vor Chriſtus) lehrt in ſeinen auf uns gekommenen Schriften, * zuerſt eine, wenigſtens in der Theorie wirklich ſinnreiche Methode, die Entfernung der Sonne von der Erde aus Beobachtungen der Mondsviertel abzuleiten, welche Methode

* Metam. II. 70. Phöbus zum Phaëthon ſprechend („Ovid's Metamorphoſen.“ Deutſch v. Dr. J. E. Nürnberger. Prenzlau, Ragoczy. 1831. 5 B. 12. l. 46.):

„Nimm hierzu, daß die Welt ſich wirbelnd dreht,
Daß ſich in ewgem Kreis umher die Sterne ſchwingen.
Ich, den der Wirbel nicht bezwingen kann,
Trotz bietend, wag' ich es, entgegen ihm zu bringen;
(Du aber, was fingſt du dagegen an?).“ —

** Bei der beſondern Beſchaffenheit des Gegenſtandes, welcher natürlich ſchon in den früheſten Zeiten die allgemeine Aufmerkſamkeit in Anſpruch nehmen mußte, finde ich mich nämlich veranlaßt, meinen dießmaligen Vortrag alsbald unter dieſem gleichzeitigen hiſtoriſchen Geſichtspuncte anzuordnen.

* Edit. Lat. a *Feder. Cammandino.* Pisauri. 1572. — Ich betrachte Ariſtarch's ſcharfſinniges Verfahren hier nochmals, indem man den ganzen Werth endlicher exacteſter Beſtimmung eines ſo wichtigen Elements wie die Sonnenentfernung erſt durch die Kenntniß der mannigfachen voraufgegangenen vergeblichen Bemühungen um dieſe Beſtimmung recht ſchätzen lernt.

ich ſchon in Mond, S. 146, mit Verweiſung wegen des Näheren hierher erwähnt habe. In dem Augenblicke nämlich, da die Mondſcheibe eben genau halb erleuchtet erſcheint, d. i. im Augenblicke der (Mondphaſen, S. 176) Dichotomie, bilden die Mittelpuncte der Sonne, der Erde und des Mondes (Figur 4. der Tafel XV.) das Dreieck STL, welches am Monde (der alſo eben in der Quadratur iſt) bei L einen rechten Winkel hat. Wäre die Weite TS der Sonne von der Erde unendlich groß, dergeſtalt, daß TL dagegen gar kein meßbares Verhältniß mehr hätte, ſo würde der Winkel bei T auch ein rechter ſeyn, und die „Dichotomie“ müßte dann eben eintreten, wenn der ſcheinbare Abſtand (die Elongation) LTS des Mondes von der Sonne genau 90° betrüge. Dem iſt aber nicht ſo; ſcharfe Beobachtungen geben die Elongation des Mondes, den Winkel bei T, im Augenblicke der Dichotomie etwas (aber freilich ſehr wenig) kleiner als 90°. Wird nun dieſer Winkel T im bezeichneten Augenblicke mit aller Präciſion gemeſſen, ſo hat man, mit Bezug darauf, die geſuchte Weite der Sonne von der Erde

$$TS = \sec T \,.\, TL,$$ *

woraus alſo dieſe Weite im Verhältniſſe zur Entfernung TL des Mondes von der Erde folgt. Ariſtarch ſetzt aus ſeinen Beobachtungen $T = 87^\circ$, und findet ſolchergeſtalt die Entfernung der Sonne von der Erde 18 bis 20 Mal größer, als die des Mondes; ** unſere Tafeln würden ihm $19\frac{1}{10}$ gegeben haben, indem, für die zur Einheit genommene TL, $\sec 87^\circ = TS = 19{,}10$. Allein auch abgeſehen von andern praktiſchen Schwierigkeiten dieſes Verfahrens, ſo fällt ſogleich in die Augen, daß der präciſe Moment der Dichotomie nicht mit hinreichender Schärfe wahrzunehmen iſt, und daß gleichwohl die geringſte Aenderung des hier genau für einen rechten angenommenen Winkels bei L das Verhältniß TS : TL ſehr ſtark ändert.

Nachherige Anwendungen deſſelben Verfahrens haben daher auch immer andere, nie aber genaue Reſultate geliefert, und die Idee hat alſo, wieviel Ehre ſie dem Griechen bringt, von der jetzigen Aſtronomie nicht weiter verfolgt werden dürfen. Eben ſo verhält es ſich mit einer ähnlichen, von dem uns vielfach bekannt gewordenen ausgezeichneten ſpäteren Griechiſchen Aſtronomen Hipparch angewendeten Methode zur Ermittlung der Sonnen-Entfernung, welche Methode zwar nicht weniger Scharfſinn verräth, aber darum doch keine mehrere praktiſche Brauchbarkeit hat, daher ich mich, nachdem ich durch die voraufgehende Auseinanderſetzung wenigſtens ein detailirtes Beiſpiel früherer verfehlter Beſtrebung beigebracht habe, begnüge, des Weiteren wegen auf Ptolemäus „Almagest.“ * Lib. V. Cap. 15. zu verweiſen, wo ſich Hipparchs ganze, ziemlich verwickelte und weitläufige Rechnung findet.

Mit der Verbeſſerung der Inſtrumente und der Beobachtung in den Folgeperioden, namentlich ſeit dem Wiederaufblühen der Wiſſenſchaften, ſodann, ergab ſich die Entfernung der Sonne von der Erde immer größer, und alſo die Horizontal-Parallaxe dieſes Geſtirns, worauf es — vergl. nochmals den ſchon citirten Artikel — wie ich nun bemerken muß, hierbei ankommt, immer kleiner. **

* Nämlich, TL zum Radius nehmend,

$$1 : TL = \sec T : TS,$$

welche Proportion die obige Gleichung gewährt.

** Unſere neueren Beſtimmungen geben ſie dagegen $\frac{20000000}{50000} = 400$.

* Ich bemerke auf dieſe Veranlaſſung, daß eine neueſte Ausgabe dieſes Werkes von Halma, zu Paris, 1813–15. 2 B. 4. erſchienen iſt. — Leſer indeß, welche ſich nicht zum Originale wenden wollen, verweiſe ich an die ſchon öfter erwähnte deutſche Bearbeitung: „Ptolemäus Beſchreibung der Geſtirne.“ Berlin. 1795. 8. durch den verewigten Preußiſchen Hof-Aſtronomen Bode, welche Arbeit dem Verlangen der Meiſten genügen wird.

** Ich erinnere zur ſchnellſten Ueberſicht aus dieſem Artikel daran, daß unter „Horizontal-Parallaxe der Sonne“ der Winkel verſtanden wird, den zwei Geſichtslinien, welche mit dem Erdhalbmeſſer, als dritter Seite, ein rechtwinkliges Dreieck bilden, am Sonnen-

Tycho de Brahe, der berühmte Däniſche Aſtronom des 16ten Jahrhunderts, nahm dieſe (Horizontal-) Parallaxe der Sonne noch zu 3 Minuten, unſer großer Kepler nur noch zu 1′, Hevel (der Danziger Aſtronom) = 40 Secunden, Riccioli (B. I. S. 343) = 28″, und Wendelinus (Canonicus zu Condé in Flandern, um 1650) bloß = 15″ an. Gleichwohl verlohnte die genaueſte Beſtimmung derſelben, auf welche ich, bevorwortetermaßen, jetzt komme, doppelt der Mühe, ſeitdem durch Kepler's Regeln (ſ. d. A.) die verhältnißmäßigen planetariſchen Entfernungen bekannt waren: denn indem man danach nunmehr z. B. ſchon wußte, daß Jupiter $5\frac{1}{3}$ Mal weiter als die Erde von der Sonne abſteht, ſo konnte jener Abſtand auch in bekannten Maßen ſogleich angegeben werden, wenn nur letzterer darin bekannt war.

Dieſer Bezug auf die verhältnißmäßigen Abſtände der Planeten von der Sonne gab jedoch dem älteren Caſſini (Stammvater der von uns vielfach und nur erſt noch vorn, S. 218, erwähnten, ſogenannten „aſtronomiſchen Familie per excellentiam“) die fruchtbare Idee ein, die wegen der weiteren Entfernung kleinere und alſo unmittelbar ſchwerer zu beobachtende Sonnen-Parallaxe vielmehr aus der größeren Parallaxe eines näheren Planeten nur mittelbar abzuleiten. Ich habe, wieder im Art. Parallaxe, S. 259, aus einander geſetzt, in welcher Art Caſſini demgemäß hierzu den Planeten Mars anwendete, deſſen Horizontal-Parallaxe Er bei einer Oppoſition = 24″, und daraus die entſprechende wirkliche Entfernung von der Erde = 8000000 Meilen ermittelt hatte. Das Verhältniß dieſer Entfernung zur Entfernung der Sonne von der Erde = 2 : 5 war aber, wie geſagt, durch Kepler bekannt; und da ſich die Horizontal-Parallaxen, bevorwortetermaßen, umgekehrt wie die Entfernungen verhalten (kleiner werden, wenn die letzteren wachſen), ſo hatte Caſſini alſo die Proportion 5 : 2 = 24″ : Sonnen-Parallaxe,* woraus die letztere ſomit = $9\frac{3}{5}$ Secunden kam.

Das vortrefflichſte Mittel zu dieſer Beſtimmung gewährten jedoch die Durchgänge der Venus durch die (Vorübergänge vor der) Sonnenſcheibe, wobei uns Venus (in ihrer zu dieſer Zeit alſo Statt findenden unteren Conjunction) näher, als jemals irgend ein anderer Planet kommt, dergeſtalt, daß ſodann eine ſehr genaue Angabe ihrer Horizontal-Parallaxe, daraus aber in der angedeuteten Art die gleich genaue Ableitung der Horizontal-Parallaxe der Sonne möglich iſt. Ich habe das Detail des dazu dienenden Verfahrens im Art. Durchgang vollſtändig erklärt, mich auch über die wirkliche Ausführung der Beobachtung bei den zuletzt in den Jahren 1761 und 1769** Statt gefundenen ſolchen „Venusdurchgängen“

mittelpuncte einſchließen. Dieſe Geſichtslinien ſind alſo die Entfernung der Sonne von der Erde; — und um ſo größer dieſe Entfernung iſt, um ſo kleiner fällt, wie ich oben ſage, natürlich die Horizontal-Parallaxe aus.

* Ich muß meinen Vortrag hier und l. c. erſt vom ſcheinbaren Vorwurfe einer petitio principii befreien. Die relative jederzeitige Entfernung des Mars von der Erde war in Bezug auf die mittlere Entfernung der letzteren von der Sonne = 1 durch Kepler (Kepler's Regeln, S. 899) bekannt; dieß Verhältniß betrug für die oben erwähnte Oppoſition $^2/_5 : 1 = 2 : 5$. Aus der beobachteten Horizontal-Parallaxe des Mars folgte aber ſeine damalige wahre Entfernung von der Erde = 8000000 Meilen, und hieraus ferner die wahre mittlere Entfernung der Erde von der Sonne 2 : 5 = 8000000 = 20000000, gleichwie die „Horizontal-Parallaxe der Sonne“ in der Art, wie ich ſie eben im Texte und l. c. angebe, und wie ſie auch nur eine Conſequenz der Entfernung iſt.

** Ich führe aus dieſem Art. S. 242 nur noch an, daß die nächſten Vorübergänge der Venus über die Sonnenſcheibe (Durchgänge dieſes Planeten zwiſchen der Erde und der Sonnenſcheibe) auf den 9. Decbr. 1874 und den 6. Decbr. 1882 fallen.

weitläuftig ausgelaſſen, und daraus (vgl. d. A. S. 242) die Horizontal-Parallaxe der Sonne = 8,5 bis 8,57 Secunden (als die ſchärfſte neuere Beſtimmung)* ermittelt. Die Entfernung der Sonne von der Erde findet ſich ſodann durch Auflöſung des parallaktiſchen (des, wie geſagt, am Sonnenmittelpuncte durch zwei Entfernungslinien von der Erde und dem Halbmeſſer der letzteren gebildeten, rechtwinkligen) Dreiecks, in welchem man

sin der Parallaxe : r = Erdhalbmeſſer : Sonnen-Entfernung,

und alſo letztere in Erdhalbmeſſern (= 1) hat, wenn man den Radius durch den Sinus der Horizontal-Parallaxe dividirt. Nun iſt, mit Logarithmen rechnend,** log r 10,00000,
log sin 8″,5 5,61499,
zu welcher Differenz . . . 4,38501
die Zahl 24266 gehört; um ſo viel Erdhalbmeſſer oder, den Erdhalbmeſſer = 859½ geograph. Meilen ſetzend, um (24266 . 859½ = nahe) 20856000 geograph. Meilen iſt alſo die Sonne von der Erde entfernt.

Wiederholt man dieſe Rechnung mit einer, nur um 0,1″ größeren, alſo mit einer Parallaxe von 8,6 Secunden, oder ſucht man die Entfernung dazu aus dem oben angeführten Satze, daß ſich dieſe Entfernungen umgekehrt wie die Parallaxen verhalten, ſo findet man

8″,5 : 8″,6 = x : 24266,

x = 23984 Erdhalbmeſſer = 20604000 Meilen, alſo für dieſe $^1/_{10}$ Secunde Veränderung der Parallaxe eine

* Man wird ſich gern auf die nahe Uebereinſtimmung dieſes mit dem obigen, gleichwohl durch eine ganz andere Operation gefundenen, Caſſini'ſchen Reſultates (beide weichen, wie man ſieht, nur um [9½ − 8½ =] 1 einzige Secunde von einander ab) aufmerkſam gemacht finden; — welcher Umſtand könnte mehr Vertrauen für die Genauigkeit erregen?

** Ich wähle hier für die Berechnung nicht ohne Grund eine andere Form, als die im Art. Parallaxe, S. 260, angewendete; die Uebereinſtimmung iſt, wie man ſieht, vollkommen.

Entfernungs-Veränderung von 282 Erdhalbmeſſern, d. i. von weit über 200000* Meilen. Da nun die obige Beſtimmung der Horizontal-Parallaxe der Sonne zwiſchen 8″,5 und 8″,6 ſchwankt, ſo begnügt man ſich, die mittlere Entfernung (vergl. d. A.) der Sonne von der Erde zu 20600000, oder auch nur zu 20 Millionen Meilen anzunehmen. Dieſelbe iſt der aſtronomiſche Maßſtab für die übrigen planetariſchen Entfernungen unſeres Syſtems von der Sonne und wird dabei, noch mehr aber bei den ſo viel größeren Abſtänden der Fixſterne (S. 554), unter dem Namen „Sonnenweite" als Einheit zu Grunde gelegt.** In gleich runder Zahl, wie oben in Meilen, nach Erdhalbmeſſern ausgedrückt, kann man dieſe „Sonnenweite" demnach = 24000 ſolcher Halbmeſſer = 12000 Durchmeſſern der Erdkugel ſetzen, welches alſo lehrt, daß von uns aus erſt 12000 an einander gereihete Erdkugeln die Sonne erreichen würden. Da die (mittlere) Entfernung des Mondes (ſ. d. A. S. 146) von der Erde 60 Erdhalbmeſſer beträgt, ſo ſteht alſo die Sonne, wie ich ſchon vorn bemerke, ($^{24000}/_{60}$ =) 400 Mal weiter als letzteres Geſtirn von der Erde ab; — und um von der Größe dieſes Abſtandes einen noch ſinnlicheren Begriff zu geben, ſo führe ich in dieſem Bezuge aus des Haag'er Aſtronomen Huygens „Cosmotheoria" (Hag. 1698. 4. S. 106) an, „daß eine Kanonenkugel, obwohl ſie in einer Secunde durch 600 Rheinl. Fuß geht, mit dieſer Geſchwindigkeit den Weg

* Im citirten Art. Durchgang, S. 243, ſteht durch einen überſehenen Druckfehler, welchen ich zugleich zu verbeſſern bitte, ſtatt der obigen 200000 nur „60000."

** Hanſen (der zeitige Director der Sternwarte Seeberg bei Gotha) in ſeiner „Allgemeinen Ueberſicht des Sonnenſyſtems" (Schumacher's Jahrb. f. 1837) ſetzt dieſe mittlere Entfernung = 20666800 geogr. Meilen = 1,0000, und daraus die periheliſche 0,9832, und die apheliſche . . . 1,0167.

Wegen des Ausdruckes in Meilen für die beiden letzteren Entfernungen kann man aber vergleichen d. A. Erde, S. 363.

zur Sonne doch nicht eher als in 9418 Tagen (25 Jahren 10 Monaten) zurücklegen würde.“ — Die Entfernung der Sonne von der Erde, als das ſo wichtige Element, wäre demnach mit aller zuläßigen Genauigkeit zunächſt feſtgeſtellt.

Was ſodann ferner den ſcheinbaren Durchmeſſer dieſes Weltkörpers betrifft, ſo haben ſchon die Alten denſelben ziemlich richtig etwas über $1/60$ eines Zeichens (ſ. d. A.), d. i. etwann = $1/2$ Grad geſetzt. Von den neueren Methoden ſeiner genaueren Meſſung habe ich im Art. Heliometer, S. 746, gehandelt, und wir haben dort und in Excentricität, S. 402, geſehen, daß derſelbe (vergl. unten), eben dieſer letzteren wegen, im Perihelium (um den 1ſten Januar = 32′ 36″ (1956″) und im Aphelium* (um den 1ſten Juli) = 31′ 31″ (1891″) gefunden wird, woraus der mittlere $\left(\frac{32' 56'' + 31' 31''}{2}\right)$ = 32′ 3″ (1923″) kommt; Hanſen (l. c.) gibt dafür 32′ 1″ (1921″), und Lalande in ſeinen Sonnentafeln 31′ 57″,5 (1917″,5), welche letztere, obwohl ältere Beſtimmung, aus gleich beizubringenden Gründen der folgenden Rechnung zu Grunde gelegt iſt.

Da nämlich die (mittlere) Horizontal-Parallaxe der Sonne die eben dafür gefundenen 8½ Secunden beträgt, ſo erſcheint der Erddurchmeſſer (als — vergl. Parallaxe, S. 257 — das Doppelte derſelben), aus der Sonne geſehen, 17″ groß, indeß ſich ihr mittlerer Durchmeſſer (auf den ich mich hier ebenfalls beziehe), von der Erde geſehen, alſo 1917″,5 groß darſtellt. Die ſcheinbaren** Durchmeſſer verhalten ſich aber bei jener Beziehung auf eine ſelbige (auf eine unveränderte, hier die mittlere) gegenſeitige Entfernung natürlich wie die entſprechenden wahren; und man hat daher, den wahren Erddurchmeſſer = 1 ſetzend,

17″ : 1917″,5 = 1 : wahren Sonnendurchmeſſer,

woraus ſich derſelbe = 112,79* Erddurchmeſſer ergibt.

Nach der Kugeltheorie, welcher gemäß ſich die Oberfläche einer Kugel wie das Quadrat, das Volumen aber wie der Cubus des Durchmeſſers verhält, übertrifft die Sonnenkugel** alſo die Erdkugel ferner an Oberfläche $(112{,}79)^2$ 12723, und an Volumen $(112{,}79)^3$ 1435025 Mal; und da der Erddurchmeſſer = 1719 Meilen, ſo findet ſich der Sonnendurchmeſſer 193886 Meilen. Im hohl gedachten Inneren dieſer ſo großen Sonnenkugel würden danach 111 Erdkugeln in gerader Linie Platz finden (an einander gereihet, 111 . 1719 = 190809, noch nicht die Länge eines Durchmeſſers der Sonnenkugel einnehmen), und die Erde mit der ganzen ſie umringenden Mondbahn könnte, ohne den freien Mondlauf zu behindern, in die Sonnen-Hohlkugel hinein geſtellt werden. — Durch dieſe Beſtimmungen ſind uns ſomit auch die Dimenſionen der Sonne bekannt; von ihrer Maſſe und

* Da ich die ſcheinbare Bewegung der Sonne um die Erde annehme, ſo ſollte ich freilich conſequentermaßen auch Perigäum und Apogäum ſagen; indeß iſt der obige Ausdruck gebräuchlicher.

** Mit dieſen Angaben über die „ſcheinbare Größe der Sonne“ mag auch noch das verglichen werden, was ich im allgemeinen Art. Größe, ſcheinbare, S. 727, beigebracht habe.

* Hanſen l. c. nach den neueſten Ermittlungen gibt in ſehr naher Uebereinſtimmung 112,06. — Ich lege aber viel Gewicht darauf, meinen Leſern eine ſolche nahe Uebereinſtimmung älterer (wenn auch nicht der älteſten, bei der damaligen Unvollkommenheit der Inſtrumente geringeres Zutrauen verdienender) und neuerer Reſultate nachweiſen zu können, wodurch natürlich das Vertrauen zur Wiſſenſchaft verſtärkt wird; — und dieß iſt der obige Grund meiner Wahl der älteren Lalande'ſchen Meſſung.

** Alſo (als reine Kugel) betrachte ich demnach den Sonnenkörper hier, obwohl ich demſelben im betreffenden Artikel, S. 27, mit Verweiſung hierher, eine „Abplattung“ beigemeſſen habe, wovon ich aber in den neueren Beobachtungen keine Beſtätigung finde, daher ich nicht weiter darauf eingehe.

Dichte aber handle ich unten, und betrachte, bevorworteter maßen, inſofern es hierher gehört, jetzt nur erſt noch die Ungleichheiten ihrer Bewegung.

Schon aus der oben nachgewieſenen Verſchiedenheit des ſcheinbaren Durchmeſſers der Sonne im Sommer und Winter, worüber ich mich in den beſondern Artikeln Sonnenferne, Sonnennähe noch ausführlicher verbreiten werde, und worauf ich eben auch hier zurückkommen wollte, erhellt aber, daß die Sonne nicht immer gleich weit von der Erde abſtehe. Daher wieſen ſchon die Alten der Erde in dem Kreiſe, welchen ſie, wie wir oben geſehen haben, die Sonne alljährlich beſchreiben ließen, diejenige excentriſche Stellung an, über welche ich in Excentriſcher Kreis ſo umſtändlich gehandelt habe. Erſt Copernikus übertrug, wie ich, unſerer Ordnung gemäß, alſo jetzt auch thun werde, die Bewegung auf die Erde; und Kepler endlich lehrte, daß dieſe, nunmehr ſo zu bezeichnende Jahresbahn der Erde um die Sonne vielmehr eine Ellipſe ſey, deren einen Brennpunct die letztere einnehme. Indem die Erde demnach dieſe Bahn-Ellipſe im Raume binnen einem Sonnenjahre wirklich durchlauft, ſcheint die Sonne dagegen an der eingebildeten Himmels-Hohlkugel, während eben der Zeit und in eben derſelben Richtung, einen in der Ebene jener Bahn liegenden größten Kreis zu beſchreiben; dieſer Kreis, dieſe ſcheinbare Sonnenbahn, iſt die ſchon oben erwähnte Ekliptik, und es folgt aus dem Verhältniſſe zunächſt, daß der auf ſie bezogene jederzeitige Erdort dem entſprechenden, alſo auch ſcheinbaren Sonnenorte darin immer diametral gegenüber liegen, d. h. um 180° davon verſchieden* ſeyn muß. Durchliefe nun die Erde ihre wirkliche Bahn um die Sonne mit gleicher Winkelgeſchwindigkeit, ſo würde uns natürlich auch der eingebildete Lauf der Sonne nicht weniger gleichförmig erſcheinen, und ihr Fortrücken würde, einer ſolchen (mittleren) Bewegung gemäß,

$$\text{täglich}\left(\frac{360^\circ}{\text{Dauer des tropiſchen Jahres}} = \frac{360^\circ}{365^d\ 5^h\ 48'\ 45''^{**}}\right)\ 59'\ 8''$$

betragen. Da aber die Erde im Sommer (vergl. d. A.) entfernter von der Sonne iſt und daher langſamer fortgeht, als im Winter, ſo erſcheint alsdann auch das Fortrücken der Sonne langſamer, und es entſteht daher die, hier eben zu be-

* Mit andern Worten: der Ort der Sonne, wie er von der Erde aus geſehen wird, iſt von dem aus der Sonne geſehenen Orte der Erde immer genau um 180° verſchieden. Dieſe beſondere Bevorwortung eines Umſtandes, welchen man ſonſt ohnedieß natürlich finden würde, bezieht ſich auf die Abirrung (vergl. d. Art.) des Lichtes, welche ich hier berückſichtigen muß. Das Licht braucht nämlich 8 Minuten Zeit, um von der Sonne zur Erde zu gelangen, und veranlaßt dadurch für uns eine ſcheinbare Ortsverrückung der Sonne von (l. c.) 20 Bogenſecunden; ganz dieſelbe Zeit braucht aber, umgekehrt, auch das Erdlicht bis zur Sonne, ſo daß daraus für den dortigen Beobachter eine vollkommen eben ſo große Ortsverrückung der Erde entſteht, dergeſtalt, daß ſich der Aberrations-Einfluß auf den ſcheinbaren Ort beiderſeits gleich findet, und der obige „genaue“ Unterſchied von 180° dadurch alſo nicht weiter beeinträchtiget wird — Berechnet dagegen der irdiſche Beobachter den Ort der Sonne, oder berechnet, umgekehrt, ein alſo in der Sonne angenommener Beobachter den Ort der Erde, Beide ohne Rückſicht auf die Aberration, ſo wird jeder von Beiden ſodann zwiſchen dieſem berechneten und dem erſcheinenden Orte („lieu apparent“) reſpective der Sonne oder Erde einen allaugenblicklichen Ortsunterſchied von jenen 20″ wahrnehmen; — und auf dieſes ſonſt, ſo viel ich weiß, wenigſtens in dieſer Ausdehnung noch nirgend entwickelte Verhältniß habe ich bei der gegenwärtigen Veranlaſſung eben die Aufmerkſamkeit meiner Leſer richten wollen.

** Dieſe Annahme für die Dauer des tropiſchen Sonnenjahres unterſcheidet ſich um einige Secunden von der im Art. Jahr, S. 799, gegebenen Beſtimmung, worauf jedoch hier nichts ankommt.

trachtende Ungleichheit des ſcheinbaren Sonnenlaufes, welcher zufolge das Fortrücken in der Ekliptik im Sommer täglich (ſtatt der obigen „mittleren“ 59′) nur 57′, und im Winter dagegen 61′ beträgt. Eine Folge hiervon iſt, daß die Sonne beim ſcheinbaren Laufe in den ſechs oberen (nördlichen), oder die Erde alſo beim wirklichen in den ſechs entgegengeſetzten (ſüdlichen) Zeichen des die Ekliptik enthaltenden Thierkreiſes (ſ. d. A.) acht Tage länger, als in den ſechs unteren verweilt, daher Frühling und Sommer der nördlichen Erdhalbkugel zuſammen um diejenigen 7—8 Tage länger als Herbſt und Winter währen, über welche ich mich im ſchon citirten Artikel Sommer ſo ausführlich erklärt habe. Eben daſelbſt iſt auch ſchon angeführt, daß die große Axe der dabei von der Erde durchlaufenen elliptiſchen Bahn um die Sonne einer rechtläufigen tropiſchen* Bewegung von etwann 1 Minute jährlich unterworfen iſt.

Außerdem wird der Lauf der Erde und der ihr alſo immer diametral gegenüberliegende Sonnenort durch die Perturbationen (vergl. d. Art.) der übrigen Syſtemskörper, namentlich des Mondes, des Jupiters, der Venus, bedeutend afficirt, auf welche „Perturbationen“ demnach, neben den nachgewieſenen bloß elliptiſchen Ungleichheiten, bei Anfertigung der, den jedesmaligen Himmelsort der Sonne (ihre gerade Aufſteigung, Abweichung u. ſ. w.) angebenden „Tafeln“ (Sonnentafeln) Rückſicht genommem werden muß. Dergleichen „Tafeln“** des ſcheinbaren Sonnenlaufes“ in der vollkommenſten Ausbildung der neueren Aſtronomie enthält beſonders das in Berlin erſcheinende „Aſtronomiſche Jahrbuch“ von unſerem Preußiſchen Hof-Aſtronomen Encke; und mit der Verweiſung darauf darf ich denn auch dasjenige, was ich hier über die („ſcheinbare“) Jahres-Bewegung der Sonne in einer Bahn um die Erde und

* „Tropiſchen“; die Nachtgleiche geht jährlich 50″ nach Weſten, die Apſide 11″ nach Oſten, ſo daß die Bewegung der erſteren in Bezug auf die letztere („tropiſch“) die obige 1 Minute jährlich austrägt.

** Oder vielmehr nur eine, nach den „Neueſten Sonnentafeln von Carlini, verbeſſert durch Beſſel,“ vollkommen ſtreng, mit Rückſicht auf alle kleineren Correctionen, gebildete Sonnen-Ephemeride. Jene, ſchon im Art. Jahr, S. 799, erwähnte Arbeit des Italieniſchen Aſtronomen erſchien unter dem Titel: „Esposizione di un nuovo metodo di construire le tavole astronomiche applicato alle tavole del Sole,“ 1810 zu Mailand; Beſſel's Verbeſſerungen ſind im Jahre 1827 vollendet worden. Den dabei zu Grunde liegenden neueſten Beſtimmungen gemäß, ſind die Elemente der Sonne, wie man dieſem Geſtirne, wenn man die Bewegung des Planeten Erde auf daſſelbe überträgt, dergleichen Elemente allerdings beilegen muß, und worauf ich hier zurückkommen wollte:

Epoche, 1800, Pariſer Meridian (d. h. — vgl. vorn S. 327 — 31ſten December 1799. 12 Uhr Mittags) . .	279° 54′ 1″.
Sideriſche Bewegung in 365 1/4 Tagen . .	360° — 22″,6.
Länge d. Perigäums } 1800	279° 30′ 8″.
Excentricität . . } 1800	0,01679;

wogegen bei einem, in der Ekliptik ſelbſt umlaufenden Weltkörper natürlich von Neigung und Knoten keine Rede ſeyn kann. Will man dieſe Elemente hiernächſt auf den Erdlauf beziehen, ſo hat man nur ſtatt „Perigäum“ Perihelium zu ſetzen und, den Vorſchriften im Texte gemäß, einen Unterſchied von 180° zu machen. So gibt Hanſen l. c. die Länge des „Periheliums“ der Erde für 1800 = 99° 30′ = den obigen 279° 30 — 180°, und die Epoche (für den 1ſten Januar, ſtatt des obigen 31ſten Decbr. rechnend, alſo ſtatt den entſprechenden 279° 54′ vielmehr 279° 54′ + 59′ mittlere tägliche Bewegung = 280° 53′ ſetzend, und davon ſodann 180° abziehend) = 100° 53′. — Dieſe ſonſt nirgend hervorgehobenen Emendationen ſind für den Aſtronomen von Profeſſion zwar überflüſſig, vielen meiner Leſer aber gewiß höchſt willkommen.

die Ungleichheiten dieſer Bewegung beibringen wollte, als geſchloſſen betrachten.

Sehr verſchieden von dieſer bloß „ſcheinbaren Jahresbewegung“ iſt aber dagegen die wirkliche Fortrückung, welche die Sonne mit Nachziehung ihres ganzen Syſtems im Weltenraume ausführt, indem ſie, wie ein Fixſtern einen Fixſtern höherer Ordnung, wahrſcheinlich auch eine Centralſonne von ſolcher höheren Ordnung, aber in Perioden umkreiſt, worüber unſere Beobachtung und Rechnung Näheres noch nicht anzugeben weiß. Ich habe dieſen hehren Gegenſtand in dem Art. Fixſterne, wohin er alſo eigentlich gehört, S. 548 flgd. ausführlich behandelt, und muß wegen des Details dorthin verweiſen, indem ich mich hier begnüge, den Leſern zur Verſinnlichung dieſer complicirten Bewegungen vorzuſchlagen, ſich die Sonne mit ihrem ganzen Syſteme gleichſam auf einer Scheibe zu denken, welche letztere ſelbſt im Univerſum fortrückt, indeß auf ihr die Syſtemsbewegungen ungeſtört von jener Eigenbewegung vor ſich gehen. — Dieß Gleichniß ſcheint mir den Vorgang im Ganzen und Großen ſo vollſtändig aufzuklären, daß ich nichts weiter darüber hinzuzufügen brauche.

Noch habe ich mich aber, bevorwortetermaßen, ſodann über die Maſſe und Dichte der Sonne zu erklären. Jene Maſſe beträgt nach den neueſten Ermittlungen, welche ich darüber bei Hanſen (l. c.) vorfinde, das 354936fache der Erdmaſſe; ſo viel mehr „wiegt“ die Sonnenkugel als die Erdkugel; wenn die erſtere in der einen Schale einer Wage läge, ſo müßte man, um ſie aufzuwägen, in die andere Schale 354936 Erdkugeln thun. Die Sonnen-Maſſe übertrifft daher, wie ich auch in dieſem letzteren Artikel durch eine ſpecielle Rechnung beſonders nachweiſe, die Summe der Maſſen aller übrigen (bekannten; der neue Planet Neptun war bei Anfertigung jener Rechnung noch nicht entdeckt) Syſtemskörper um achthundert Mal; wenn man, um das eben gebrauchte Verſinnlichungsmittel nochmals anzuwenden, alle übrigen Syſtemskörper in einer Wagſchale zuſammen hätte, ſo brauchte man zu ihrer Aufwägung in die andere Schale doch nur erſt den 800teſten Theil des Sonnengewichtes zu legen. Dieſem Verhältniſſe der Maſſen bei Mitberückſichtigung der reſpectiven Größen der Halbmeſſer von Sonne und Erde gemäß, fällt ein ſchwerer Körper auf der Sonnen-Oberfläche in der 1ſten Secunde, ſtatt auf der Erde nur durch 15, durch 428 Fuß, alſo durch einen $\left(\frac{428}{15}=\right)$ 28 Mal größeren Raum; das bloße Maſſenübergewicht würde ihn durch 354936 . 15 Fuß treiben; da aber dieſe Maſſe aus einem (ſ. oben) 112 Mal größeren Abſtande vom Mittelpuncte (Halbmeſſer) wirkt, ſo bleiben (Gravitation, S. 699) nur $\frac{354936}{112^2}=\frac{354936}{12544}$ = den angegebenen 28 . 15. So viel (28 Mal) energiſcher wirkt alſo die Schwere auf der Sonnenoberfläche; um z. B. ein Gewicht von Einem (unſerer) Centner von ihr auf- (weg-) zu heben, müßte man 28 Mal mehr Kraft als auf der Erde anwenden.

Um hiervon aber zum Begriffe der Dichtigkeit der Sonne zu gelangen, ermeſſe man, daß die, die Erdmaſſe ſolchergeſtalt 355000 Mal übertreffende Sonnenmaſſe auf ein, das Volumen des Erdkörpers, wie ich auch oben gezeigt habe, in einem viel bedeutenderen Verhältniſſe, nämlich 1400000 Mal übertreffendes Sonnen-Volumen vertheilt iſt, und daß dieſe „Dichte“ daher, indem zwar ſo viel mehr Maſſe, aber doch auf ein noch ſo viel größeres Volumen kommt, nur $\frac{355}{1400}$ = 1/4 der (mittleren, durchſchnittlichen) Dichte des Erdkörpers beträgt, woraus folgt, daß die Materien der Sonnenkugel, die Stoffe, aus denen ſie zuſammengeſetzt iſt, von einer in dieſem Verhältniſſe geringeren Derbheit, daß ſie lockerer, ätheriſcher als die Erdſtoffe ſind; — und dieß führt mich nun eigentlicher auf die Naturbeſchaffenheit dieſes Geſtirns, worüber im Laufe dieſes Vortrages bis hierher nur Andeutungen vorgekommen ſind.

Worin beſteht nämlich die Natur des Sonnenkörpers, welcher ſich durch die ihm, angeführtermaßen, alſo im ganzen Sy-

ſteme allein beiwohnende Fähigkeit des Selbſtleuchtens * und Erwärmens vor allen andern Syſtemskörpern auszeichnet? — Bei den alten Weltweiſen (ich habe die Quellen gleich Eingangs bezeichnet) war die Anſicht, daß die Sonne ein „reines Feuer“ ſey, die vorherrſchende; und dieſe Anſicht hat auch noch in der neueren Zeit, bis auf unſern großen Herſchel, von deſſen geläuterteren Erklärungen unten ausführlich die Rede ſeyn wird, herab vorzugsweiſe gegolten. Kircher (Jeſuit, geſtorben zu Rom 1680, Natur- und Alterthums-Forſcher, und nicht zu verwechſeln mit dem von uns mehrfach, namentlich in Kometen, S. 926, erwähnten Aſtronomen Kirch) in ſeinem „Mundus subterraneus.“ Amſterd. 1678., glaubte die Sonne als ein „Meer von Feuer und Flammen“ beobachtet zu haben, und der Freiherr v. Wolf (der bekannte, als Canzler der Univerſität Halle 1754 verſtorbene Philoſoph, an mehreren Stellen ſeiner unzähligen Schriften) behandelt die Behauptung, daß die Sonne ein wirkliches Feuer ſey, ſogar als einen Lehrſatz. Andere, von denen ich beſonders Euler (Leonhardt; vergl. Bd. I. S. 265), in ſeinen berühmten „Lettres à une Princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie.“ (viele Ausgaben), erwähne, ſtellten ſich die Sonne als eine elektriſche Kugel vor, die vermittelſt ihres ſchnellen Umſchwunges elektriſches Licht hervorbringe und durch das Sonnengebiet verbreite; eine Anſicht, welcher auch noch der verewigte Berliner Aſtronom Bode in der weit verbreiteten „Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels“ beitritt.

Endlich gewährte Herſchel (der Vater), zu dem ich jetzt übergehe, aus genaueren Beobachtungen der Sonnenflecke (vergl. auch den gleich folgenden beſondern Artikel) diejenige richtigere Erklärung, deren Mittheilung ſchon hier ich oben verheißen habe. ** Da dieſe Herſchel'ſche Darſtellung der phyſiſchen Beſchaffenheit des Sonnenkörpers * aber eine, ihren Werth erhöhende Beſtätigung erſt noch durch ſpätere Beobachtungen des Deſſauer Aſtronomen Schwabe erhalten hat, ſo thue ich beſſer, ſie in dieſer Verbindung nach einem Aufſatze im Stuttgarter Morgenblatte vorzutragen, welcher namentlich ſeiner ganz populären Faſſung wegen gern geleſen worden iſt, und welchen ich daher nun unverändert folgen laſſe.

Die Sonne.

Nach den neueſten Beobachtungen des Deſſauer Aſtronomen Schwabe.

Von Dr. Nürnberger.

Unter dieſer Aufſchrift: „die Sonne,“ enthält die Nummer 473 von Schuhmachers „aſtronomiſchen Nachrichten,“ welche doch meiſtens nur in die Hände der Aſtronomen von Fach kommen, eine für dieſe Männer und in ihrer Sprache geſchriebene Darſtellung der Reſultate höchſt ſorgfältiger und intereſſanter neuer Sonnenbeobachtungen des Deſſau'er Aſtronomen Schwabe. Das Meiſte davon wird für unſere Leſer nicht weniger anziehend ſeyn; und ich finde eine Freude darin, auch ihnen eine ſo gediegene Arbeit mit einigen Erweiterungen zugänglich zu machen.

Freilich wiſſen wir, wie auch Schwabe klagt, über die phyſiſche Beſchaffenheit des Sonnenkörpers, um welche es ſich hier eben beſonders handelt, obwohl dieſes Geſtirn das größte ** und einflußreichſte unſeres ganzen Syſtems iſt, verhältnißmäßig ſehr wenig. Die wichtigſte Erſcheinung, welche uns zu jener Kenntniß verhelfen könnte, ſind die Flecken der

* Man könnte mir hier diejenige eigene Lichtentwicklungs-Fähigkeit einwenden, von welcher ich z. B. beim Jupiter, S. 832, geſprochen habe. Allein dieſes planetariſche Lichtvermögen hat offenbar mit der Sonnen-Natur nichts gemein.

** Leſer, welche in noch weiteres Detail darüber eingehen wollten, verweiſe ich auf „Herſchel's Entdeckungen in der Aſtronomie.“ Durch Pfaff (zu Erlangen). Stuttgart. 1828. gr. 8.

* Ich bevorworte, wie ich es gleich vorn gethan habe, hier nochmals, daß ich, obwohl bei dieſer Darſtellung die Betrachtung der Sonnenflecke vorläufig unmöglich ausgeſchloſſen bleiben konnte, doch im unmittelbar folgenden eigenen Artikel noch beſonders auf dieſe Sonnenflecke zurückkomme.

** Vergl. oben.

Sonne; allein die weite, im Mittel doch immer 20 Millionen (deutſche) Meilen betragende Entfernung der Sonne von der Erde, und der ungeheure Lichtglanz dieſes Geſtirns ſtellen der Beobachtung bedeutendere Schwierigkeiten entgegen, als man bei der Größe der Flecken und der Vortrefflichkeit unſerer jetzigen Inſtrumente erwarten ſollte. Ich mache hier im Vorbeigehen darauf aufmerkſam, daß man ſich zu dieſen Sonnenbeobachtungen mit beſonderem Vortheile der blauen Sonnengläſer bedient, wie ſie jetzt im optiſchen Inſtitut von Frauenhofer und Utzſchneider zu München vom Optiker Merz geliefert werden.

Wenn man die Sonne durch ein, zum Schutze des Auges mit einem ſolchen vorgeſchraubten blauen Planglaſe verſehenes Fernrohr betrachtet, ſo bemerkt man auf ihrer ſonſt ſo ſtark glänzenden Oberfläche häufig größere oder kleinere, zuweilen regelmäßig ausſehende, meiſtens aber ſehr unregelmäßige, hinten noch näher zu beſchreibende dunkelſchwarze Flecke, welche ringsum mit einem aſchgrauen, gewöhnlich überall gleich breiten Rande eingefaßt erſcheinen, alſo wirkliche Flecke. Die Aſtronomie hat ein vollkommenes Recht gehabt, der Erſcheinung dieſen Namen beizulegen. Bei noch genauerem Hinſehen gewahren wir zugleich in der Nähe dieſer Flecke auch wieder hellere Stellen, welche ſich durch ihr blendenderes Licht von dem übrigen Sonnengrunde auszeichnen und Fackeln genannt werden. Aber auch den übrigen Theil der Sonnenoberfläche, welcher weder ſolche „Flecke“ noch „Fackeln“ zeigt, finden wir doch nirgends ganz gleich licht, ſondern wie mit kleinen Schuppen beſäet, die in einer beſtändigen zitternden Bewegung zu ſeyn ſcheinen. „Dadurch gewinnt,“ um mich eines Gleichniſſes zu bedienen, welches der verewigte Wiener Aſtronom Littrow einmal in einer Mittheilung über dieſe Sache gegen mich gebrauchte, „dadurch gewinnt die Sonnenoberfläche das Anſehen des Bodenſatzes einer flockigen Subſtanz, die in einer durchſichtigen Flüſſigkeit aufgelöst worden wäre. Es ſcheint ſo, als ob das eigentliche Lichtmeer der Sonne mit einer zwar durchſichtigen, aber weniger intenſiv, oder auch wohl gar nicht ſelbſtleuchtenden andern Flüſſigkeit vermiſcht wäre, ohne daß ſich dieſe beiden Materien gegenſeitig vollkommen durchdrungen hätten, wo dann letztere Flüſſigkeit in der eigentlichen Lichtmaterie und letztere wiederum in jener ſchwämme; etwa wie Wolken in der irdiſchen Atmoſphäre.“

Dieß alſo iſt es, was wir mittelſt der empfohlenen Merzſchen Augengläſer auf der Sonnenoberfläche wirklich beobachten. Wie aber kann es, wird man jetzt vor allen Dingen wiſſen wollen, mit dieſer wunderbaren Erſcheinung zuſammenhängen? Was iſt die Sonne, die wir uns bisher als ein bloßes Lichtmeer (um nicht Feuermeer zu ſagen) gedacht haben, eigentlich, daß ſie uns dergleichen „Flecke“ und daneben „Fackeln“ zeigen kann?

Ich rufe, zur Beantwortung dieſer Frage, die Herſchel'ſche Anſicht von der Natur dieſes großen und prächtigen Sonnenkörpers, und zwar deßwegen um ſo lieber und ernſtlicher in das Gedächtniß der Leſer zurück, weil nach meiner Anſicht das Hauptverdienſt der ſchönen und genauen, ſofort mitzutheilenden Beobachtungen unſeres Landsmanns Schwabe gerade darin beſteht, daß ſie nicht etwa ganz Neues und Abweichendes, ſondern vielmehr beſonders ſolche Data geben, die mit jener Herſchelſchen Hypotheſe in recht gutem Einklange ſtehen. Denn natürlich — und darauf kommt hier Alles an — wird das Zutrauen zur edelſten Wiſſenſchaft vergrößert, wenn man ſo recht deutlich ſieht, wie auch ihre neueſten, ſorgſamſten, aufrichtigſten Beſtrebungen das früher Gefundene zwar erweitern, wohl auch in Nebendingen etwas modificiren, in der Hauptſache aber, weit entfernt, es zu erſchüttern, es vielmehr befeſtigen und immer mehr über alle Zweifel erheben. „Opinionum commenta delet dies, naturae judicia confirmat.“ Der würdige Vater Herſchel aber, nachdem er bereits vor Jahrzehnten die Sonne mit ſeinen vortrefflichen Inſtrumenten lange Zeit hindurch äußerſt genau beobachtet hatte, entſchied ſich endlich dafür, daß, um ihre ſchon oben angedeuteten und überhaupt alle an ihr vorkommenden Erſcheinungen genügend zu erklären, ſchlechterdings nur eine und zwar die folgende Annahme über die

„phyſiſche Beſchaffenheit des Sonnenkörpers“ zuläßig iſt.

Der eigentliche Körper der Sonne nämlich, ihr Kern, wenn ich ſo ſagen darf, iſt an und für ſich dunkel und ſomit von einer Beſchaffenheit, der zufolge er wohl den Körpern der Planeten verglichen werden kann. Auch befindet ſich zunächſt über dieſem „Sonnenkerne,“ in ähnlicher Art wie über dem feſten Körper der Planeten, eine atmoſphäriſche, wolkenartige Schicht. Auf dieſelbe folgt aber ſodann ein durchſichtiges und ſehr elaſtiſches Medium, welches den Sonnenkörper mit jener ſeiner nächſten wolkenartigen (atmoſphäriſchen) Einhüllung, in Form einer concentriſchen Kugelſchicht wiederum rings umgibt. Hiernächſt endlich drittens kommt erſt die letzte, äußerſte Hülle von einer eigenthümlichen Lichtmaterie, welche, um mich dieſes Ausdruckes zu bedienen, den wahren „Glanzmantel“ abgibt, von dem uns die Sonne auf den erſten Blick gänzlich umgeben ſcheint. Dieſe Lichtſchicht wird durch die, wie angeführt, ſehr ſtarke Spannkraft des darunter folgenden Mediums immer in einer ziemlich gleichen, großen Höhe über dem Sonnenkerne und ſeiner Wolkenſchicht erhalten, und miſcht ſich wohl hie und da mit demſelben auf die von Littrow angedeutete Weiſe. Die Materie ſelbſt aber, welche jene Lichtſchicht bildet, iſt von einer äußerſt zarten und beweglichen Natur, und es gehen darin beſtändig die heftigſten Revolutionen vor ſich. Dadurch geſchieht es denn, daß der Sonnenlichtmantel (ich bediene mich des ſehr paſſenden Ausdrucks nicht ohne Abſicht) häufig reißt, größere oder kleinere Oeffnungen erhält, durch welche man, ſo wie zugleich durch das darunter liegende feine Medium, ſofort wie durch einen Schlund oder Trichter in das Innere der Sonne hineinblicken kann. Trifft es ſich, daß einem ſolchen Riſſe in der Lichtſphäre auch gerade eine Oeffnung in der unter dem elaſtiſchen Medium folgenden, den dunkeln (ſchwarzen) Sonnenkern ſelbſt umgebenden atmoſphäriſchen (Wolken-) Umhüllung entſpricht, ſo erblickt man natürlich dieſen ſchwarzen Oberflächentheil der Sonne als einen ſolchen ſchwarzen Sonnenfleck.

Eben ſo natürlich ſieht man aber dieſes Stück des dunkeln Sonnenkörpers umgeben von dem Rande der Wolken, welche ſich nur gerade über ihm geöffnet haben und die Umgegend noch verdecken, und wenn dieſer Oberflächentheil ſelbſt ſchwarz erſcheint, ſo ſtellt ſich dagegen der auch mit durch den Riß der Lichtſphäre hindurch ſchimmernde umringende Wolkenrand nur grau dar. Ein alſo erſcheinender ſchwarzer, mit einer grauen Einfaſſung umringter Sonnenfleck heißt ſehr paſſend ein behofter (mit einem Hofe verſehener) Kernfleck, und derſelbe kann concentriſch oder excentriſch ſeyn, je nachdem der ſchwarze Kern mehr oder weniger genau der Mitte des grauen Hofes entſpricht. — Hat ſich dagegen die Wolkenſchicht der Sonne unter der alſo in dem Lichtmantel entſtandenen Oeffnung nicht auch zugleich herunter bis auf den Sonnenboden getrennt, ſo ſehen wir letztern nicht ſo contraſtirend dunkel hervorſtechen, ſondern der ganze Fleck ſtellt ſich dann in einem einfacheren Grau dar. Man begreift, ohne daß ich erſt nöthig hätte, auf alles Detail darüber einzugehen, daß dabei eine große Menge von Nüancen vorkommen können.

Das durch ein ſolches Reißen der Lichtſphäre über der dadurch entſtehenden Oeffnung weggezogene Lichtgewölk häuft ſich ferner eben ſo natürlich am Rande der Riſſe auf: es ballt ſich dort zuſammen; und ſolchergeſtalt entſtehen die oben ebenfalls ſchon angedeuteten, in der Nähe der Flecke mit beſonderem Glanze leuchtenden Fackeln.

Die Größe jener Sonnenflecke iſt, wenn man nach irdiſchem Maße rechnet, zuweilen (nicht immer; es kommen, wie geſagt, auch kleinere Riſſe vor) ganz ungeheuer. Herſchel, bei deſſen Erklärung ich noch immer verweile, berechnet die Größe mancher ſolcher Sonnenflecke auf das 50fache der Größe der ganzen Erdoberfläche (auf ein halbes Tauſend Millionen Quadratmeilen), wobei man aber, um ſich nicht zu ſehr darüber zu wundern, zu bedenken hat, daß die Oberfläche der Sonne, wie ich ſchon oben angeführt habe, die Oberfläche der Erde 12000mal übertrifft, ſo daß alſo ein an Größe 50 Erdoberflächen gleichkommender Sonnenfleck doch immer nur dem 240ſten

(50 . 240 = 12000) Theil des Sonnenlichtmantels gleich kommen, d. h. ein im Vergleich zum Ganzen sehr unbedeutender Riß darin seyn würde.

Einen der wichtigsten Beweise für die Richtigkeit dieser seiner Erklärung der Sonnenflecke aus der dabei zu Grunde gelegten Annahme über die Beschaffenheit des Sonnenkörpers nimmt Herschel von der Bewegung der Sonnenflecke her. Alle Sonnenflecke scheinen nämlich, so lange sie sichtbar sind, parallel mit einander von Osten nach Westen durch die Sonnenscheibe fortzurücken; wenn ein solcher Fleck dazu lange genug dauert, so bringt er 12 bis 13 Tage zu, ehe er durch die uns zugekehrte Sonnenscheibe hindurch kommt, worauf er an deren westlichem Rande verschwindet und seinen Weg auf der Rückseite fortsetzend, nach etwa 14 Tagen am östlichen Rande, da wo er zuerst beobachtet worden, wieder erscheint, so daß der ganze Umlauf etwa 27 Tage dauert. Da diese Bewegung und diese Dauer des Umlaufes allen Sonnenflecken gemein ist, so muß sie auch einen ihnen allen gemeinschaftlichen Grund haben, als welchen man längst eine jener Dauer entsprechende Umdrehung der Sonne um ihre Axe erkannt hat, wobei die Flecke mit fortgeführt werden. Indem aber die Flecke dabei alle eine unter sich und jener Axendrehung gleiche Zeit brauchen, so zeigt dieß augenscheinlich, daß eine eigene Ortsveränderung dabei für sie selbst nicht stattfindet, was also mit der Herschel'schen Ansicht, daß sie Oberflächentheile des Sonnenkörpers sind, folglich nur mit diesem verrückt und auch nur durch eine entstandene und so lange dauernde Oeffnung der Lichtsphäre hindurch gesehen werden, in vollkommener Harmonie steht.

Diese Ortsbeständigkeit der Flecke hindert aber, wie ich auch schon angedeutet habe, keineswegs ihre häufige Formveränderung; eine solche muß vielmehr öfter eintreten, wenn sie, nach Herschel, durch das Wegziehen des so leicht beweglichen Lichtgewölks der Sonne veranlaßt werden, welche Lichtmaterie sich natürlich auch eben so leicht weiter auseinanderziehen oder aber theilweise, auch wohl ganz wieder zuziehen und solchergestalt eine Vergrößerung, eine Verkleinerung, kurz jene Formveränderung, wo nicht eine gänzliche Aufhebung eines oder des andern bestimmten Fleckes verursachen wird; und da dieß Alles gerade so, wie es nach Herschels Annahme sollte, auch wirklich erfolgt, so ist an der Richtigkeit dieser Annahme gar nicht zu zweifeln.

Nachdem ich solchergestalt die so natürliche, durch so viele Analogien unterstützte Herschel'sche Ansicht von der Beschaffenheit des Sonnenkörpers, wie es wohl nothwendig war, den Lesern in's Gedächtniß gerufen habe, kann ich nunmehr zum eigentlichen Gegenstand unserer Unterhaltung, zur vergleichenden Mittheilung der Schwabe'schen neuen Sonnenbeobachtungen, übergehen, wobei sich die angekündigte Uebereinstimmung derselben mit der Herschel'schen Theorie und die daraus folgende, für unsere Ueberzeugung so wichtige Bestätigung der letztern ergeben wird. Ich folge dabei der von Schwabe selbst beobachteten Ordnung, und behalte mir nur vor, hie und da meine eigene Meinung von der Ursache mancher Nuance in der Erscheinung mit anzubringen.

Die regelmäßig „behoften Kernflecke" (s. oben), wobei der Ausdruck „regelmäßig" eine symmetrische Uebereinstimmung der Gestalt von Hof und Kern bezeichnen soll, zeigten nicht immer eine sehr augenfällige, unter die Sonnenoberfläche eingesenkte Vertiefung; oftmals schien der Kern vielmehr concentrisch in der Ebene des Hofes zu liegen. — Diese Erscheinung ist auch von einem andern, in geringerer Entfernung von mir lebenden Astronomen beobachtet worden, welcher mir seine Gedanken darüber mittheilt. Er sucht den Grund dieses zuweilen beobachteten höheren Heraufragens des schwarzen Kerns in den grauen Hof in dem Umstande, daß bei derlei Flecken der schwarze Kern durch den Gipfel eines Sonnengebirges gebildet werde. Ich finde in meinen astronomischen Notizen einer Beobachtung von Schröter (dem Lilienthaler Astronomen) erwähnt, nach welcher er einem „Sonnenringgebirge" (aufsteigend aus einem tiefen, craterförmigen Thale) eine Gipfelhöhe von mehr als 200 Meilen über dem untersten Boden des Craters beilegt. Berge auf der

Sonne (dem Sonnenkerne oder Körper) müſſen nach aller Analogie angenommen werden; wenn man ſie aber einmal zuzugeben gezwungen iſt, ſo ſcheint es auch nur natürlich, ihnen eine, den übrigen Dimenſionen dieſes ungeheuern Körpers angemeſſene Höhe beizulegen. Hier tritt nun noch der, die Vermuthung unterſtützende Umſtand hinzu, daß namentlich „regelmäßig" behofte Kernflecke dieſe Erſcheinung zeigen, indem die Entſtehung eines ſolchen regelmäßigen Wolkenhofes um einen die Wolkenſchicht der Sonnen-Atmoſphäre durchbrechenden Berggipfel in der Natur der Sache zu liegen ſcheint. — Ich bevorworte, daß Schwabe ſelbſt auf dieſe Conjectur nicht eingeht, ſondern nur das Factum beibringt. — „Sehr ſelten," fügt Schwabe hier noch bei, „ſind Flecke, bei welchen in dieſer concentriſchen Lage des Kerns gegen den umringenden (Wolken-) Hof Veränderungen vorgehen;" nur einmal (29. Mai 1842) zeigte ſich ein Fleck bei ſeinem Eintritt am öſtlichen Sonnenrande mit einem genau concentriſchen, bei ſeinem Austritte (10. Juni nachher) am weſtlichen Sonnenrande mit einem excentriſchen Kern; ein Umſtand, welcher ſich, wie mir ſcheint, aus einer bloßen Veränderung in den Beziehungen der Wolkenlage zum Kerne leicht erklären läßt.

Nie ſah Schwabe einen Sonnenfleck genau am Rande der (aus ſo weiter Entfernung als S c h e i b e erſcheinenden) Sonne ſelbſt; ſie werden jedesmal unſichtbar, bevor ſie denſelben ganz erreichen, nachdem ſie in einen feinen, mattgrauen Strich übergegangen ſind, welcher von der äußerſten Hofesgrenze des, mit der rotirenden Sonnenkugel nunmehr in deren Hinterſeite rückenden Flecks herzurühren „ſcheint."* Dieſelben Erſcheinungen zeigen ſich in umgekehrter Folge, ehe ein eintretender Fleck ganz ſichtbar wird. Iſt nun bei dergleichen Flecken, wegen ihrer Lage am Rande, der Kern noch gar nicht oder nur zum Theil ſichtbar, und liegt dieſer im letztern Falle e x c e n t r i ſ ch an dem der Sonnen m i t t e zugekehrten Rande des Hofes, ſo erſcheint dieſer Rand und mit ihm die ſchmalſte Grenze des Hofes in Nord und Süd ſehr d u n k e l grau, während der dem Sonnenrande zugekehrte Rand des Hofes ſehr h e l l grau iſt, und derjenige Theil deſſelben, welcher zwiſchen dieſem hellgrauen Rande bis zum Kerne liegt, f a ſt daſſelbe helle Licht wie der übrige Theil der Sonnenoberfläche beſitzt. — In Erfindung einer Erklärung dieſer merkwürdigen Schattirungsnüance will ich den Leſern nicht vorgreifen; ſie mögen ſich die von einander geriſſene Lichthülle der Sonne, einen mit ſeinem Wolkenringe daraus hervor- oder hindurchſchimmernden Berggipfel, und beider verſchiedene Lage gegen das Auge des Beobachters ſelbſt verſinnlichen, dann aber unterſuchen, ob daraus nicht nothwendig diejenigen Abſtufungen von Licht und Schatten hervorgehen m ü ſ ſ e n, wie ſie oben geſchildert worden ſind. — Die Herſchel'ſche Anſicht iſt in der That die allein zuläßige.

Eine wirkliche e i g e n e Ortsveränderung der Sonnenflecke (neben der von der Umwälzung der Sonnenkugel um ihre Axe abhängigen, ihnen allen gemeinen rotatoriſchen) beobachtete Schwabe ebenfalls noch n i e. Sie vergrößern oder verkleinern ſich allerdings oft: nahe gelegene Flecke werden dadurch mit in den Hof hineingezogen, oder umgekehrt, Theile des Kerns hören auf, darin ſichtbar zu ſeyn; allein dergleichen Formveränderungen bringen nur ſ ch e i n b a r e Verrückungen des Mittelpunctes hervor, ohne daß wirkliche Ortsveränderungen damit verbunden wären. (Ganz wie Herſchel).

Trotz der hieraus folgenden Leichtigkeit des Wiederverſchwindens der Flecke hat Schwabe welche beobachtet, die m e h r e r e g a n z e Sonnenrotationen ausgehalten haben.* Ich habe die Dauer einer ſolchen Umwälzung der Sonne um ihre Axe, wie ſie uns von der unterdeß zugleich in ihrer Bahn und in der nämlichen Richtung fortrückenden Erde aus e r ſ ch e i n t, oben zu etwa $27\frac{1}{2}$ Tagen angegeben; um daraus die w a h r e Rotation abzuleiten, muß man natürlich den Einfluß dieſer letzteren gleichzeitigen Mitbewegung der Erde auf die Erſcheinung ausſchließen.

* Warum „ſcheint?" Ich dächte, es gäbe gar keine andere Art von Erklärung.

* Dieß ſtimmt vortrefflich mit den Beobachtungen des ältern Caſſini, welcher Sonnenflecke von 70tägiger Dauer anführt.

Denken wir uns zuerſt einmal die Erde der Sonne unbeweglich gegenüber, ſo wird uns ein Fleck, welchen wir heute z. B. gerade auf der Mitte der letztern wahrgenommen haben, nach einer vollen wahren Umwälzung der Sonnenkugel um ihre Axe genau wieder eben da erſcheinen; dieß leuchtet von ſelbſt ein. Iſt aber die Erde indeß in der nämlichen Richtung auch vorwärts gegangen, ſo muß ſich der Fleck mit der Sonnenkugel noch um eben ſo viel weiter drehen, ehe er, von der Erde aus geſehen, wieder auf der Mitte der Sonne erſcheinen kann. Dieß leuchtet bei einigem näheren Nachdenken auch wohl bald ein. Der Fleck hat demnach bis zu ſeiner Wiedererſcheinung an derſelben Stelle (d. h. in den angegebenen $27^1/_2$ Tagen) nicht nur eine volle Umwälzung (volle 360 Grade), ſondern auch ſo viel Weg (Grade) darüber gemacht, als die Erde in 27 Tagen (bei der runden Zahl ſtehen zu bleiben) in ihrer Bahn zurücklegt. Letzteres beträgt etwa 27 Grade. Alſo macht der Sonnenfleck oder vielmehr die mit ihm um ihre Axe rotirende Sonnenkugel bei dieſer Umwälzung, in 27 Tagen (360 + 27 =) 387 Grade, woraus man durch bloße Regel de tri findet, daß ſie zu 360 Graden, d. h. zu einer wahren vollen Umwälzung beiläufig 25 Tage und einige Stunden braucht,* was mit andern genaueren Beobachtungs- und Berechnungs-Methoden gut genug harmonirt. Nun iſt die Sonnenkugel an Umfang (im Aequator) ziemlich hundertmal größer als die Erdkugel: ein Punct ihres Aequators macht alſo bei jener Rotation in 25 Tagen einen hundertmal größeren Weg als ein Punct des irdiſchen Aequators in Einem Tage, d. h. die Rotationsgeſchwindigkeit auf dem Sonnen-Aequator iſt ($^{100}/_{25}$ =) viermal größer als auf dem irdiſchen; wir werden auch dieß gleich brauchen, und ich konnte den Leſern das rechnende Detail nicht wohl erſparen. — Auch Schwabe nämlich beſtätigt durch ſeine Beobachtungen die ſchon früher gemachte Bemerkung, daß die Sonnenflecke allermeiſtens nur in einer Zone vorkommen, welche ſich 20 Grad nördlich und eben ſo viel ſüdlich vom Sonnenäquator erſtreckt, und wo alſo jene Gewalt der rotatoriſchen Schwungbewegung vorherrſcht. Es iſt aber nach dem, was wir über die Entſtehung der Sonnenflecke durch ſich trennendes Lichtgewölk beigebracht haben, wohl ſehr natürlich, der Schwunggewalt einen Einfluß darauf zuzuſchreiben; und der Zuſammenhang zwiſchen Urſache und Wirkung offenbart ſich alſo auch hier auf die augenſcheinlichſte Weiſe.

Die größte Beſtändigkeit, bemerkt Schwabe in dieſer Beziehung noch weiter, habe er meiſtens bei regelmäßig behoften, faſt kreisrunden, nicht eingeriſſenen Kernflecken von mittlerer Größe gefunden, wogegen ſich Flecke von kleineren oder auch ſehr großen Dimenſionen mit vielen Einriſſen und mehreren Kernen am veränderlichſten zeigten. — Diejenigen Leſer, die dem Vortrage mit einigem ſchärferen Nachdenken gefolgt ſind, werden dieß Alles den Prämiſſen vollkommen angemeſſen finden.

„Zeigt die Sonne," fährt unſer Aſtronom ſodann fort, „eben eine größere Thätigkeit in Erzeugung dunkler Flecke, ſo bringt ſie auch die meiſten hellen Flecke (Fackeln) oder Lichtwolken hervor," welchen Umſtand man den gegebenen Erklärungen nicht weniger angemeſſen finden wird, da die an einer Stelle weggeriſſene Lichtmaterie ſich an einer andern natürlich zuſammenhäufen muß. „Dieſe Zuſammenhäufungen von Lichtmaterie ſind eben ſo veränderlich wie die Flecke ſelbſt; ſie bilden geballtes Lichtgewölk, Fackeln, oder ſie dehnen ſich linienförmig, äſtig (aderförmiges Lichtgewölk) über einen größern Theil der Sonnen-Oberfläche aus. Dieſes Lichtgewölk ſtimmt mit den dunkeln Flecken darin überein, daß es ſich nicht mehr genau im Rande der Sonne, ſondern am augenfälligſten in einiger (geringer) Entfernung davon (etwas näher nach der Mitte der Sonnenſcheibe hin, aber nicht auf dieſer Mitte ſelbſt) zeigt, wo es oft einen prachtvollen Anblick gewährt." Schwabe empfiehlt zur eigenen Anſtellung der ſchon jener Pracht des Anblickes wegen ſehr lohnenden Beobachtung ſolchen geballten Licht-

* Sehr genaue neuere Beſtimmungen geben (vergl. hinten) die Dauer dieſer Sonnenumwälzung (dieſen Tag der Sonne) = 25 unſerer Tage 9 Stunden 59 Minuten 18 Secunden.

gewölks nur ein recht lichtvolles, wenn auch nicht ſtark vergrößerndes Inſtrument und ein recht gutes Sonnenglas. „Damit ausgerüſtet, wird man leicht bemerken, daß das geballte Lichtgewölk beim erſten Eintreten am öſtlichen* (linken) Sonnenrande kaum ſichtbar wird, dann aber an Lichtglanz und Deutlichkeit zunimmt, bis es ſodann wieder matter erſcheint und in dieſem geringeren Glanze bis zur Annäherung gegen den weſtlichen (rechten) Rand der Sonnenſcheibe verharrt, wo ein abermaliges Glanzmaximum bis zum Verſchwinden der betreffenden Lichtwolke ſtattfindet.“ Dieß iſt die *Regel* der Erſcheinung; zuweilen (namentlich im Juni und Juli 1842) beobachtete Schwabe aber auch dergleichen Lichtgewölk von ſo außerordentlichem Schimmer, daß daſſelbe ſelbſt auf der Sonnenmitte nichts vom Glanze verlor, und die ganze Aequatorialregion der uns zugekehrten Hälfte der Sonnenkugel davon wie mit einem leuchtenden Gürtel umgeben war. Da der Grund der Erſcheinung hiernach offenbar lediglich in der größern oder geringern Intenſität der leuchtenden Kraft des Lichtgewölkes liegt, ſo ſehe ich mich auch nach einer andern Erklärung nicht weiter um.

So weit *Schwabe*. Die Leſer werden mit Vergnügen die Uebereinſtimmung der Reſultate ſeiner Beobachtungen mit der angedeuteten älteren Herſchelſchen Vorſtellung von der phyſiſchen Natur der Sonne bemerkt haben; denn, wie geſagt, eine ſolche Beſtätigung des ſchon früher Gefundenen, eine Erhebung deſſelben über alle Zweifel, hat für die ächte Wiſſenſchaft unendlich mehr Werth, als Abweichendes, ganz Neues. Wir haben uns zugleich überzeugt, daß, wie Schwabe ſo richtig ſagt, die Sonnenflecke mit den dadurch erzeugten Sonnenfackeln das einzige Indicium ſind, welches uns bei jenen Schlüſſen zur Beſtimmung der Natur der Sonne leitet. Bekäme jener Lichtmantel der Sonne nie ſolche Riſſe, durch welche wir auf den von dieſer Glanzhülle bedeckten eigentlichen Sonnenkörper hinab ſehen könnten, ſo würden wir auch das wenige, was uns jetzt von demſelben bekannt iſt, nicht einmal vermuthen können, ſondern jeder andern Hypotheſe, welche ſich nur mit der aus den Gravitationswirkungen der Sonne folgenden *Maſſe* ihres Kerns vertrüge, gleiche Zuläſſigkeit einräumen müſſen.

Die Sonnenflecke dagegen verſchaffen uns, um jetzt zu reſumiren, wenigſtens die durch Schwabe's Beobachtungen bis zur Gewißheit erhobene Ueberzeugung, daß unter der äußerſten Kugelhülle aus eigenthümlicher Lichtmaterie, von welcher ſich uns die Sonne umgeben zeigt, ein dunkler Körper liegt, über welchem ſich zunächſt noch eine hellere Schicht von ſolcher Natur findet, daß ſie das eingeſchloſſene Dunklere zuweilen ganz entblößen und ſich in lichterer Schattirung rings um die dergeſtalt entblößten Stellen zeigen kann. — Dieſe ſorgfältig gewählten Ausdrücke bezeichnen nur noch das *reine* Reſultat der unmittelbaren Beobachtung; nichts ſcheint aber natürlicher, als daß die Analogie nun aus dem nicht wegzuläugnenden Schwarzen einen feſten planetariſchen Körper, und aus der unmittelbar darüber liegenden Schicht eines ſich bald weg-, bald wieder zuſammenziehenden Fluidums eine atmoſphäriſche, eine *Wolkenſchicht* macht. Wie viel weiter man indeß bei Verfolgung dieſer beiden, hiernach ſo wohl begründet ſcheinenden Annahmen eines feſten Sonnengrundes und einer darüber hängenden Wolkendecke an der Hand der Analogie noch gehen, ob man z. B. mit dem ehrwürdigen Bode die Bewohntheit des planetariſchen Sonnenkerns durch denkende und genießende Weſen annehmen will, „welche ſich unter dem Schutze jener Wolkendecke vor den zu heftigen Einflüſſen der umringenden Licht- (und Wärme-) Sphäre bewahrt finden;“ dieſe detaillirtere Ausſchmückung eines Gemäldes, von welchem ich nur einige recht kräftige und unverkennbare Grundzüge angeben wollte, überlaſſe ich der eigenen, mehr oder weniger

* Vielleicht iſt es manchen Leſern angenehm, ſich hier noch daran erinnert zu ſehen, daß die Axendrehung der Sonne, gleich der der Erde und *aller* Geſtirne unſeres Syſtems, von der Rechten zur Linken erfolgt, ſo daß ſich die Sonnenkugel vor unſern Augen in dieſer Richtung gleichſam „überſchlägt,“ demzufolge die „Fackeln“ (und Flecke) alſo umgekehrt links (öſtlich) ein- und rechts (weſtlich) austreten.

lebhaften Einbildungskraft eines jeden Leſers. — Das dankenswerthe Hauptreſultat von Schwabe's Beobachtungen iſt alſo die durchgängige Beſtätigung der Herſchel'ſchen Anſicht von der phyſiſchen Beſchaffenheit des Sonnenkörpers. Dieſe Anſicht erhält aber noch eine anderweitige Bekräftigung durch ſehr delikate Beſtimmungen über eine gewiſſe Periodicität der Sonnenflecke (Wiederkehr gewiſſer beſtimmter Formationen dieſer Flecke nach beſtimmten Zeiten und an beſtimmten Puncten der Sonnenſcheibe), worüber ich ſchon Mittheilungen beſitze und nur noch mehrere erwarte, um dann in dem folgenden Artikel auf dieſen ſo intereſſanten Gegenſtand nochmals zurückzukommen.

Soweit Herſchel-Schwabe. — Ich habe mich aber jetzt erſt noch über eine, mit ihren Erklärungen von der Naturbeſchaffenheit des Sonnenkörpers in der engſten Verbindung ſtehende andere Erſcheinung, nämlich über das ſogenannte „Thierkreis-“ (Zodiakal-) Licht (Zodiacus-Thierkreis; vergl. den beſondern Art.) auszuſprechen. Wenn die Sonne nämlich eben untergegangen iſt oder eben aufgehen will, ſieht man, beſonders im Frühjahr und Herbſte, und in den Tropenländern,* „ein,“ wie ſich Hanſen l. c. darüber ausdrückt, „blaſſes, zartes, dieſes Geſtirn begleitendes und in länglich ſchmaler linſenförmiger Geſtalt erſcheinendes Licht. Während der Monate März, April und Mai zeigt es ſich nach dem Untergange, und 6 Monate nachher vor dem Aufgange der Sonne. Daſſelbe erſtreckt ſich alsdann vom Horizonte in ſchräger Richtung aufwärts; die Entfernung ſeines Scheitels von der Sonne verändert ſich zwiſchen 40° und 90°, und ſeine Breite geht von 8° bis auf 30°. In der Wirklichkeit liegt die Axe dieſes Lichtſcheins in der Ebene des Sonnenäquators, und er erſtreckt ſich über die Bahn des Merkurs hinaus.“ Worin beſteht er nun aber? Darauf habe ich ſchon im Art. Atmoſphäre der Sonne

* Die Erklärung, weßhalb namentlich zu dieſer Zeit und in dieſen Ländern, im ſchon bezeichneten beſondern Artikel Thierkreislicht.

geantwortet: „er beſteht in der, durch die ſchnelle Axendrehung der Sonne* zu jener Linſen- (ſphäroidiſchen) Geſtalt abgeplatteten und ſo weit ausgedehnten, leuchtenden Sonnen-Atmoſphäre.“ Die Exiſtenz einer ſolchen „Sonnen-Atmoſphäre“ wird alſo durch den Augenſchein des Zodiakal-Lichtes dargethan, und ſolchergeſtalt die obige Darſtellung von Herſchel und Schwabe über Sonnenbeſchaffenheit noch mittelſt eines Beweisgrundes mehr unterſtützt. Dieß habe ich auch mit der Erwähnung in Beziehung auf jene Darſtellung beſonders beabſichtiget. Man hat die oben beigebrachten früheren Anſichten von der Feuer-Natur des Sonnenkörpers ſtets als ein ſo entſcheidendes Argument gegen ſeine Bewohnbarkeit und Bewohntheit, worüber ich doch auch ein Wort ſagen muß, geltend gemacht,** daß dadurch Alles, was für eine geeignetere phyſiſche Beſchaffenheit dieſes Geſtirns zeugt, eine Bedeutung mehr erhält. Denn, wenn es gewiß iſt, und der Naturphiloſoph alſo mit ſeiner Behauptung Recht hat, daß die Weltkörper bewohnt ſind, aus dem einfachen Grunde der Ueberzeugung des denkenden Geiſtes von der höchſt möglichen Zweckmäßigkeit alles Erſchaffenen; ſo hieße es den Schöpfer einer eigenthümlichen teleologiſchen Inconſequenz beſchuldigen, gerade den größten aller Körper unſeres Syſtems von dieſer all-

* Die Sonne drehet ſich, wie ſchon oben erwähnt iſt, zwar erſt in 25 Erden-Tagen um ihre Axe; ihr Aequator übertrifft aber (vergl. ebenfalls oben) den Erd-Aequator dabei an Umfang über 100 Mal, wonach die Rotationsgeſchwindigkeit eines Punctes deſſelben alſo ($^{100}/_{25}$ =) über 4 Mal größer als bei uns iſt.

** Selbſt Huygens, der doch die Bewohntheit aller übrigen Syſtemskörper einräumt (in dem oben erwähnten Werke Cosmotheor. S. 126): „In hoc ipso *Sole* non improbabile quibusdam visum est, animalia vivere posse. Sed cum multo magis etiam, quam in Lunis, *conjectura omnis hic dificiat,* nescio, qua ratione id ita esse opinati sunt.“ — Herſchel's im Texte aufgeführten „rationes“ würden ſeine Anſicht wahrſcheinlich verändert haben.

gemeinen Regel auszuſchließen; — und die Gewohntheit des Sonnengeſtirns durch denkende, genießende, ſeiner Naturbeſchaffenheit angemeſſen organiſirte Weſen muß vielmehr angenommen werden.

Mit dieſer erhabenen Andeutung beende ich den gegenwärtigen Vortrag über die „Sonne," welcher jedoch durch den nun gleich folgenden beſonderen Artikel Sonnenflecke noch die bevorworteten Emendationen erhalten wird. Die hiſtoriſchen und literariſchen Notizen ſind ſchon im Laufe unſerer Beſprechung beigebracht; und ich drücke daher ſchließlich nur noch mein Bedauern aus, daß die Sonne nicht, gleich dem Monde am trefflichen Mädler, auch bereits einen Monographen gefunden hat, indem noch keine Literatur der Welt eine eigentliche Monographie dieſes großen und prächtigen Geſtirns beſitzt (wiewohl Herſchel nnd der Lilienthaler Aſtronom Schröter, auf Veranlaſſung der Beobachtung der Sonnenflecke, Vorarbeiten dazu geliefert haben, die ich neben andern dahin einſchlagenden Werken aber erſt in dieſem beſondern Artikel anführen kann).

Sonnenflecken;* Maculae solares; *Taches du Soleil.* Man ſieht in der Sonne von Zeit zu Zeit ſchwarze „Flecken" von unordentlicher Geſtalt, oft einzeln, oft in größerer Anzahl. — Ich werde dieſes merkwürdige Phänomen am ordentlichſten abhandeln können, wenn ich, nach dem Vorgange meines verewigten Lehrers, des 1795 verſtorbenen Leipziger Naturforſchers Gehler, 1) von der Geſchichte der Entdeckung der Flecken, dann 2) von den beobachteten Erſcheinungen derſelben, und 3) der daraus geſchloſſenen Axendrehung der Sonne rede, hiernächſt 4) die früheren Meinungen über die Natur dieſer Flecken beifüge, und endlich 5) mit einer, jenes Frühere zugleich reſumirenden und comparativen Darſtellung der neueſten Forſchungen über Sonnenflecke ſchließe. Dabei empfehle ich die eventuelle Vergleichung des vorangehenden Artikels Sonne, welchen, bevorwortetermaßen, hinwiederum der gegenwärtige ergänzen ſoll, und bitte zugleich um Entſchuldigung wegen einiger Wiederholungen, die unvermeidlich waren, wenn, plangemäß, gleichwohl jeder der beiden Artikel, ſo viel irgend möglich, ein in ſich ſelbſt abgernndetes Ganzes werden ſollte.

* Ich mache wiederholentlich darauf aufmerkſam, daß ich aus den vorn angeführten Gründen die ſtrenge alphabetiſche Folge hier unterbrochen habe; die, derſelben gemäß, erſt noch einzurückenden Artikel Sonnenbahn, Sonnenferne, folgen aber ſodann alſogleich.

1) Geſchichte der Entdeckung der Sonnenflecke.

Man findet in einem ungenannten Annaliſten des Mittelalters („Astronomi anonymi Annales Caroli M. in *Jo. Reuberi* Collect. scriptor. rer. Germanicar." p. 27 sq.), beim Jahre 807, unter mehreren aſtronomiſchen Beobachtungen auch folgende erzählt: „Et stella Mercurii XVI. Kal. April. visa est in Sole, quasi *parva macula nigra*, paulo superius medio centro ejusdem sideris, quae a nobis *octo dies* conspecta est. Sed quando primum intravit et exivit, nubibus impedientibus, minime notare potuimus." Da es unmöglich iſt, den Mercur mit bloßen Augen und acht Tage lang in (vor) der Sonne zu ſehen, ſo muß dieß wohl ein großer, mit bloßen Augen und vielleicht durch ein gefärbtes Glas, wie man (vergl. unten), des Glanzes der Sonne wegen, noch jetzt anwendet, wahrnehmbarer Fleck geweſen ſeyn. Kepler (Paralip. ad Vitell. pag. 306. Bd. I. S. 890 unſeres Wörterbuches), dieſer Beobachtung erwähnend, bezieht die Erſcheinung gleichwohl auf den Mercur, wurde aber ſchon damals von Möſtlin (dem uns bereits bekannten, 1631 verſtorbenen Profeſſor der Mathematik zu Tübingen) widerlegt. — Vielleicht laſſen ſich auch die Nachrichten des Arabers Albufarag,* daß die Sonne im Jahre 535 längere Zeit hindurch eine merkliche Lichtverminderung erlitten habe, und daß im Jahre 626 eine Hälfte der Sonnen-

* Weiteres darüber beim Lalande „Astronomie." §. 3128. Für uns wird das Obige genügen.

ſcheibe viel dunkler ausgeſehen habe, aus großen und häufigen Sonnenflecken erklären.

Kepler glaubte, den Mercur am 28. Mai 1607 ebenfalls in der Sonne geſehen zu haben* („**Phaenomenon singulare s. Mercurius in Sole. Lips. 1609. 4.**); als Er aber ſpäter Nachricht von der Entdeckung der Sonnenflecke erhielt, bekannte Er ſelbſt, im Irrthume geweſen zu ſeyn. Kepler hat alſo unter den Neueren zuerſt einen „Sonnenfleck" geſehen, ohne ihn jedoch dafür zu erkennen; Er war aber ſelbſt darauf ſtolz, und nennt ſich in der Vorrede zu ſeinen Planetentafeln (Kepler's Problem, S. 888) „**Felix hoc ipso, quod primus hoc saeculo maculorum observator!**" vergleicht ſich auch mit dem Marius, welcher (Nebenplaneten, S. 212) die Jupitersmonde auch zuerſt geſehen, aber ebenfalls nicht für das, was ſie ſind, erkannt habe.

Bald nach Erfindung der Fernröhre erblickten mehrere Beobachter die Sonnenflecken faſt zu gleicher Zeit. Johann Fabricius, deſſen Vater, David, Prediger zu Oſtell in Oſtfriesland, und ſelbſt Beobachter war, brachte von einer Reiſe durch Holland ein Fernrohr mit, durch welches er, ſammt ſeinem Vater, ohne weitere Vorbereitung auf Gefahr ihrer Augen Flecken beobachteten, und aus deren Bewegung ſogleich auf eine Axendrehung der Sonne ſchloßen. Es iſt Schade, daß ſie den Tag der erſten Wahrnehmung nicht genau angemerkt haben; indeß iſt die Schrift, welche der Sohn darüber zu Wittenberg drucken ließ, „*Jo. Fabricii* **Phrysii de maculis in Sole observatis et apparente earum cum Sole conversione.**" 4. vom Juni 1611, und unzweifelhaft die allererſte über dieſen Gegenſtand erſchienene. Auch geſteht Kepler (l. c.) dem Fabricius die Ehre der Entdeckung (vergl. jedoch hinten) zu. Letzterer erzählt in ſeiner Schrift, daß er ſich ſeit dem Anfange des Jahres 1611 die Bewegung der Flecken notirt habe, daher man die Wahrnehmung ſpäteſtens in das Ende des vorangehenden Jahres 1610 ſetzen kann.

Dagegen wurden dieſe Flecken erſt im März des folgenden Jahres 1611* zu Ingolſtadt vom dortigen Profeſſor der Mathematik, dem Jeſuiten Chriſtoph Scheiner, geſehen, welcher die Sonne, wenn ſie hinter einem dünnen Wolkenflore ſtand, durch ein Fernrohr beobachtete. Er zeigte dieſe Erſcheinung am 21. deſſelben Monats ſeinem Collegen, dem P. Cyſatus, und bediente ſich bei fortgeſetzten Beobachtungen erſt (vergl. oben) blauer Gläſer, bis er ſpäter die im Art. Helioſkop, S. 249, beſchriebene Vorrichtung erfand, wobei das Sonnenbild mittelſt eines ausgezogenen Fernrohres (alſo auf eine vollkommnere als die oben mit Verweiſung hieher erwähnte Kepler'ſche Weiſe) im verfinſterten Zimmer projicirt wird.** Dieß ſetzte ihn in den Stand, das Phänomen noch mehreren ſeiner Ordensbrüder zu zeigen, ſo daß ſich der Ruf davon bald verbreitete. Weil man aber nach der damaligen Ariſtoteliſchen Philoſophie die Sonne für den vollkommenſten Körper, für (ſ. den voraufgehenden Art. Sonne sub fine) das „reinſte Feuer" hielt, ſo mochte der Provincial des Ordens, Theodor Buſäus, die Entdeckung von „Flecken" in dieſem Geſtirn nicht ohne Behutſamkeit veröffentlichen laſſen, und Scheiner ſendete daher die Nachricht an den gelehrten Patricier Marcus Welſer zu Augsburg, welcher ſie: „**Tres epistolae de maculis solaribus scriptae ad** ***Marcum Velserum*****, cum observationum iconismis.**" Aug. Vindelic. 1612. 4. unter ſeinem Namen

* Ich finde, daß dieſe Kepler'ſche Beobachtung an einem im verfinſterten Zimmer (vergl. d. Art. Zimmer, verfinſtertes) aufgefangenen Sonnenbilde (einer Projection) gemacht worden iſt, worauf ich unten ebenfalls zurückkomme.

* Alſo doch immer noch vor der oben für den Juni deſſelben Jahres nachgewieſenen Bekanntmachung der Entdeckungen des Fabricius, von welchen Scheiner demnach keinerlei Kenntniß gehabt zu haben ſcheint.

** Dieſe hiſtoriſchen Details ſind nach Lalande „Astronomie." Buch XX. vorgetragen, welcher ſich dabei auf das unten näher zu bezeichnende große Werk der „Rosa Ursina" von Scheiner ſelbſt bezieht.

bekannt machte. Dieſe Briefe ſind vom 12. Novbr., 19. und 26. Decbr.; im letzten unterzeichnet ſich Scheiner „Apelles latens post tabulam." Er ließ auch bald nachher eine Fortſetzung „De maculis solaribus et stellis circa Jovem errantibus accuratior disquisitio ad *Marc. Velserum* perscripta. Ibid. 1612. 4. mit 12 Kupfern folgen, wo der letzte, vom 25. Juni 1612 datirte Brief die Unterſchrift: „Apelles latens post tabulam, vel si mavis, Ulysses sub Ajacis clypeo" trägt. Als Scheiner einige Zeit darauf nach Rom berufen wurde, ſetzte er daſelbſt ſeine Beobachtungen mit bewundernswürdigem Fleiße fort, und beſchrieb ſie nachher in dem großen und ſchätzbaren Werke: „Rosa Ursina,"* s. *Sol* ex admirando focularum et macularum suarum Phaenomeno varius, nec non super polos proprios mobilis, a Chr. *Scheinero*, Germ. Suevo e S. J. Bracciani. 1630. Fol., welches über 2000 Beobachtungen abbildet, und von den damaligen Aſtronomen mit ausgezeichnetem Beifalle aufgenommen wurde, ſo daß Riccioli (Bd. I. S. 343) im Almag. nov. davon ſagt: „*Scheinerus* meliorum observationum desperatione et se et Solem ipsum vicit."

Noch muß ich bemerken, daß Galilei Anſprüche darauf machte, die Sonnenflecke geſehen zu haben, ehe ihm Scheiner's Beobachtungen bekannt geweſen ſeyen. Welſer hatte nämlich die Briefe des „Apelles" am 6. Januar 1612 an ihn geſendet, worauf Er in einem Schriftchen: „Istoria e dimonstrationi alle machie solari." Rom. 1613. 4. mit der Behauptung antwortete, daß Scheiner vielmehr Kenntniß von ſeinen (Galilei's) früheren Beobachtungen gehabt haben werde; allein Scheiner hat ſich dagegen in der Vorrede zur angeführten „Rosa Ursina" ſehr gründlich vertheidiget.

Das Reſultat dieſer Nachweiſungen möchte darin beſtehen, daß Fabricius in der That der frühere Entdecker der Sonnenflecke geweſen iſt; die erſte Publication wenigſtens rührt, angeführtermaßen, unzweifelhaft von ihm her. Indeß will v. Zach (Bd. I. S. 90), wie ich in meinen Notizen finde und oben andeute, in den Manuſcripten des 1621 zu Orford verſtorbenen, engliſchen Privatgelehrten Thomas Harriot noch weiter hinauf reichende Beobachtungen dieſer Flecken angetroffen haben. Sey dem Allen jedoch, wie ihm wolle, ſo behauptet Scheiner, was den Umfang der Beobachtungen, den Scharfſinn der Discuſſion und den ausdauernden Fleiß in Verfolgung des Phänomens betrifft, ganz gewiß den erſten Rang, welcher Ihm gegenwärtig auch allgemein zugeſtanden wird.*

* Dieſer Ausdruck „Rosa Ursina" könnte zu einer Frage Veranlaſſung geben; ich antworte auf dieſe Frage, wie auf noch manches Andere, in der Schlußabtheilung des gegenwärtigen Artikels.

* Man bezeichnet Ihn daher, wie auch wir im Schluß-Abſchnitte gethan haben, oft ſelbſt als erſten Entdecker.

2) Erſcheinungen der Sonnenflecken.

Man beobachtete, wie ich im vorhergehenden Abſchnitte angeführt habe, die Sonne ſonſt, wenn ihr Glanz durch einen Wolkenflor gemildert war;** Fabricius hat mit Gefahr ſeiner Augen durch das Fernrohr ſogar gerade hinein geſehen; und Kepler und Scheiner haben das verfinſterte Zimmer entweder allein oder in Verbindung mit dem Helioſkop zu Projectionen angewendet. Jetzt wendet man doch lieber das Fernrohr mit einem vor dem Ocular eingeſchraubten dunkeln Planglaſe an***

** Einzelne, beſonders hervorſtechende Flecke machen ſich ſogar dem ſcharfen unbewaffneten Auge beim Auf- oder Untergange der Sonne, wo man gefahrlos in dieß Geſtirn ſchauen kann, hinreichend bemerklich.

*** Ich finde in meinen Notizen, daß unſer Münchener Aſtronom Gruithuiſen zugleich ein violettes und ein grünes Planglas angewendet und dadurch ein ſchönes weißes Sonnenbild erhalten habe. Oft begnügt man ſich auch, das Glas bloß vor der Lampe anlaufen zu laſſen; die Sonne erſcheint dann ganz dunkelroth, und ihr Anblick iſt dem Auge unſchädlich.

(ich komme im letzten Abſchnitte darauf zurück).

Bei der auf dieſe Weiſe erleichterten Beobachtung zeigen ſich die meiſten Sonnenflecke ſodann in der Mitte ſchwarz („Kernflecke“), mit einem bräunlichen oder weißgrauen Nebel („Bramen“) * umgeben. Dieſen Nebel (atmosphaera) vergleicht der uns aus dem A. Mond, S. 154, bekannte Danziger Aſtronom Hevel („Proleg. Selenogr. pag. 84) mit den Flecken, welchen der Hauch aus dem Munde auf einem Spiegelglaſe macht, und fügt hinzu: „bisweilen erſcheine derſelbe auch gelbgrau (instar halonis).“ Oft zeigen ſich ſolche Nebel oder Schattenflecke (umbrae) auch ganz allein, ohne ſchwarzen Kern, und breiten ſich zu ſehr großen Flächen aus. Hevel ſah einen ſolchen im Juli 1643, welcher („Selenograph. App. p. 506) faſt den dritten Theil des Sonnendurchmeſſers einnahm. ** Aus ſolchen bloßen „Schattenflecken“ entſtehen, nach demſelben Beobachter, in der Folge einzelne dunkle Flecken.

Sonnenfackeln („Faculae solares; *Facules*), oder Stellen, welche heller als das übrige Sonnenlicht ausſehen, werden ſchon von Scheiner, beſtimmter aber wieder von Hevel erwähnt; de la Lande, welcher dieſen Gegenſtand im XX. Buche ſeiner „Astronomie“ ſehr inſtructiv behandelt, hält ſie (vergl. hinten) nur für den zwiſchen den Flecken hervorleuchtenden hellen Grund. Der Lilienthaler Aſtronom Schröter (Bd. I. S. 77) hat jedoch, in Uebereinſtimmung mit Herſchel, ſpäter unzweifelhaft dargethan (und die Erklärungen in der Schlußabtheilung weiſen auch aus der Naturbeſchaffenheit des Sonnenkörpers ſelbſt die Nothwendigkeit der Begleitung der Flecken durch „Fackeln“ nach), daß die Sonne niemals ohne Lichtadern und Striemen von größerer Helligkeit als der übrige Theil der Oberfläche iſt. * Eine Gattung derſelben zeigt ſich zwiſchen und auf den dunkeln Flecken; eine andere unter der Geſtalt gruppenweis bei einander lagernder Lichttüpfelchen, wie, um mich des Ausdruckes unſeres Schröter zu bedienen, „Landſchaften von Bergen und Thälern“ (worauf ich hinten ebenfalls zurückkomme).

Die Sonnenflecke ſind ihrer Form nach äußerſt veränderlich. Schon Scheiner beobachtete ihr Wachſen, Abnehmen, ihre Auflöſung in Nebel oder Schatten, gleichwie ihr ſchon oben erwähntes Entſtehen aus dieſen letzteren; verſchwundene ſchienen in der Folge auf eben der Stelle wiederzukommen; ** — noch aber hat man, ſoviel mir bekannt iſt, und wie auch ſchon Caſſini (Jaques, d. Sohn) in den mehrfach citirten „Elémens d'Astronomie“ S. 81. anführt, keinen Sonnenflecken beobachtet, deſſen Erſcheinung (abgeſehen vom einſtweiligen Unſichtbarwerden wegen der Rotation der Sonnenkugel) ununterbrochen 70 Tage gedauert hätte. ***

* Mehrere ſolche, der neueren, noch ziemlich willkürlichen Sonnen-Terminologie angehörigen Kunſtausdrücke kommen im Laufe des Artikels vor.

** Ich komme auf die, an und für ſich freilich erſtaunliche, in Bezug auf die gewaltige Größe der ganzen Sonnenkugel aber nach genaueren neuen Meſſungen immer noch unbedeutende Ausdehnung der Sonnenflecke in der Schluß-Abtheilung zurück.

* Mehrfache Mittheilungen über dieſe Schröter-Herſchel'ſchen Beobachtungen finden ſich in Bode's (des verewigten Berliner Hof-Aſtronomen) „Jahrbuch“ für 1792; und die Fortſetzung zieht ſich hernach durch die meiſten der folgenden Jahrgänge hin. Schon vorher hatte Schröter aber ein eigenes Werkchen: „Beobachtungen der Sonnenflecken und Sonnenfackeln.“ Erfurt. 1789. 4. m. Kpfrn. darüber erſcheinen laſſen, gleichwie ſich eine eigene Abhandlung Herſchel's: „Ueber die Natur und den Bau der Sonne,“ im zweiten Supplementbande der oben erwähnten Jahrbücher findet.

** Ueber dieſe Andeutung einer gewiſſen „Periodicität,“ als einen der allermerkwürdigſten Umſtände, handle ich unten mit beſonderer Ausführlichkeit.

*** Dem mag, als Reſultat der Beobachtung, allerdings ſo ſeyn; aus der Natur der „Sonnenflecke“ und den Gründen ihres Entſtehens folgt aber, wie wir hinten noch beſtimmter ſe-

Eben ſo veränderlich iſt die Zahl der Sonnenflecken. Zur Zeit ihrer Entdeckung (alſo um 1610) war die Sonne nie ohne ſie; Scheiner nahm einſtmals 50 Flecke auf Einmal wahr, und ich habe gleich vorn Fälle angeführt, in denen mit aller Wahrſcheinlichkeit auf noch viel mehrere geſchloſſen werden darf. In meinen Notizen finde ich einer Beobachtung des Hof-Aſtronomen König zu Mannheim vom 23. Septbr. 1785 erwähnt, da 38 ſo große dunkelſchwarze Flecken zu ſehen waren, daß ſie, wenn ſie vereint geweſen wären, eine 4½ „Zoll“ große Sonnenfinſterniß (ſ. d. Art. S. 471) verurſacht haben würden. Aehnliche Fälle führen Schröter, Herſchel (in den oben namhaft gemachten Werken) mehrfach an; und es iſt nach den Ausweiſen dieſer Aſtronomen vorgekommen, daß ſich, wie ich bevorwortetermaßen unten auch noch näher darthue, der von ſolchen Flecken auf der Sonnenſcheibe eingenommene Raum zehn und mehrere Mal größer, als die ganze Oberfläche der Erde befunden hat. Dabei tritt, wie beſonders der verewigte Wiener Aſtronom Littrow in ſeiner „Populären Aſtronomie.“ II. 15. hervorhebt, der nicht weniger bemerkenswerthe Umſtand ein, daß die Flecken ſich vorzugsweiſe in der äquatorealen Region der Sonne bilden,* wonach es ſcheint, als wenn die im vorangehenden Art. Sonne nachgewieſene Schnelligkeit des Rotationsſchwunges dieſer ungeheuren Kugel, welcher Schwung ſich natürlich vorzüglich in jener Region veroffenbart, auf die Fleckenbildung nicht ohne Einfluß ſey.

Alle Sonnenflecken ſcheinen (ſo lange ſie ſichtbar ſind) ziemlich parallel mit einander von Oſten nach Weſten (von der Linken zur Rechten) durch die Sonnenſcheibe fortzurücken. Wenn der Flecken lange genug dazu dauert (ſich nicht vorher auflöſt oder verzieht), ſo wendet er dazu 12 bis 13 Tage an, wird nun am (rechten, am) Weſtrande der Sonne unſichtbar, bleibt dieß 13 bis 14 Tage (alſo — vgl. unten — etwas länger), und kommt ſodann am (linken, am) Oſtrande wieder da hervor, wo man ihn vor beiläufig 27 Tagen zuerſt geſehen hatte. Dieſe, alſo allen Sonnenflecken gemeinſame Bewegung ſcheint ſolchergeſtalt wider die Folge der Zeichen (ſ. d. Art.), nach welcher ſie (vergl. unten) gleichwohl wirklich erfolgt, zu geſchehen, und die genauere Zeit, binnen welcher eine ſolche Rückkehr der Flecken zur nämlichen Stelle auf der uns eben zugewendeten Sonnenhalbkugel erfolgt, wird von Caſſini in den eben citirten „Élémens d'Astronomie.“ L. II. ch. 1. auf 27½ Tag* angegeben.

Um den Anfang des Juni, wenn die Sonne in 10° der Zwillinge ſteht, erſcheinen die Wege, die die Sonnenflecken über die Sonnenſcheibe beſchreiben, als gerade Linien, welche von Norden nach Süden hinabgehen, und mit der Ekliptik Winkel von 7½° machen. In den folgenden Monaten fangen ſich dieſe Flecken-Bahnen an zu krümmen, und bilden Ellipſen, deren große Axe immer mehr der Ekliptik parallel wird, und deren Höhlung ſich aufwärts oder gegen Norden kehrt. Zu Anfange des September, wenn die Sonne in 10° der Jungfrau kommt, haben dieſe Ellipſen ihre größte Eröffnung; ihre große Axe iſt alsdann der Ekliptik parallel und verhält ſich zur kleinen = 100 : 13. Von dieſer Zeit an verringert ſich die Krüm-

hen werden, keineswegen, daß dem auch ſo ſeyn müſſe.

* Beſonders gilt dieß von den ſchwärzeren (den oben ſo bezeichneten Kern-) Flecken; ich finde in meinen Notizen, daß der (1718 verſtorbene) franzöſiſche Aſtronom Lahire bei langjährigen Sonnen-Beobachtungen nur ein einziges Mal einen „Kernfleck“ in 70° heliographiſcher Breite wahrgenommen habe.

* Ich bevorworte, daß die hinten beizubringenden neueſten Beobachtungen des franzöſiſchen Aſtronomen Flaugergues eine etwas kürzere Zeit geben, wie denn in dieſer Beſtimmung überhaupt noch eine gewiſſe Ungenauigkeit herrſcht, welche ſich leicht aus der Schwierigkeit, die Identität der Flecken zu conſtatiren, erklären läßt. Man müßte, um ganz ſtreng zu ſeyn, auch Rückſicht auf den Zeitpunct der Beobachtungen nehmen, da die, wie wir ſehen werden, hierbei mit in Betracht kommende Bewegung der Erde in ihrer Sonnenbahn ungleich iſt.

nung wieder, und die große Axe der Bahn-Ellipſen hebt ſich gegen die Ekliptik aufwärts, ſo daß um den Anfang des December, in 10° des Schützen, die Flecken wieder in geraden Linien, aber nun, umgekehrt, von Süden nach Norden hinauf gehen, wobei die Ekliptik unter dem nämlichen Winkel der 7½° geſchnitten wird. Hierauf krümmen ſich dieſe Bahnen nochmals zu Ellipſen, welche jedoch jetzt die hohle Seite unterwärts gegen Süden wenden, bis ſie zu Anfang März, in 10° der Fiſche, neuerdings die größte Eröffnung bekommen, und die große Axe, wie oben, der Ekliptik parallel und gegen die kleine im ſelbigen Verhältniſſe = 100 : 13 iſt. Nach dieſer Zeit nimmt die Krümmung in derſelben Weiſe ab, die Richtung der Bahnen neigt ſich gegen die Ekliptik und erlangt mit dem Anfang des Juni die urſprüngliche Beſchaffenheit. — Figur 5 der Tafel XV. zeigt dieſe ſcheinbaren Bahnen der Sonnenflecken in den angegebenen vier vorzüglichſten Standpuncten, ſo daß EL die Ekliptik vorſtellt, und die Flecken bei A ein- und bei B austretend angenommen ſind; zur Erklärung des Vortrages komme ich aber gleich.

3) Umwälzung der Sonne um ihre Axe *.

Sonnen-Aequator.

Aus dieſer Art von Erſcheinung der Bewegung der Sonnenflecken ſchloßen, angeführtermaßen, ſchon die älteſten Beobachter, Fabricius und Scheiner, auf eine Umwälzung der Sonne um ihre Axe. Nimmt man nämlich an, daß ſich die Flecken auf der Oberfläche der Sonnenkugel ſelbſt befinden, ſo folgt dieſe Rotation aus den Erſcheinungen unwiderſprechlich. Nun könnte man die Flecken zwar auch für beſondere, die Sonne etwann, ſo wie der Mond unſere Erde, umlaufende Körper halten. Allein von der großen Menge veränderlicher Flecken, an denen man nun ſchon ſeit über 200 Jahren die übereinſtimmende Bewegung beobachtet, iſt es ungereimt, Letzteres anzunehmen; und die Behauptung, daß ſich die Flecken auf der Sonne ſelbſt befinden und mit ihr drehen, läßt auch mit Rückſicht auf die Erklärung der Sonnen-Natur, gar keinen Zweifel mehr zu.

Die näheren Umſtände dieſer Umdrehung, wie wir deren Hauptmomente eben angedeutet haben, ſind von der neueren Aſtronomie mit außerordentlicher Sorgfalt verfolgt worden; und zur Zurückführung der Einzelheiten der betreffenden Beobachtungen auf die eigentlichen Urſachen des Vorganges ertheilen beſonders gründliche Anleitung Lalande „Astronomie.“ L. XX., und Delambre „Astronomie théorique et pratique.“ Tom. III. chap. 29.

Sey danach, wie auch ich nun zu dieſer verſprochenen Erklärung übergehe, zunächſt die, durch die Beobachtung gegebene Zeit, binnen welcher ein Flecken (von der Erde aus geſehen) zu ſeiner vorigen Stelle auf der Oberfläche (Scheibe) der Sonne wiederkehrt, = t, die Zeit des Sonnenjahres = T, und ſey Tafel XV. Fig. 6. ferner in S die Sonne (ihr Mittelpunct), in E die Erde, welche einen Flecken m gerade vor dem Mittelpuncte S der Sonne, alſo einen größten Kreis* auf der Sonnenkugel beſchreibend, ſehe. Indem ſich die letztere Einmal umwälzt, und den Flecken dadurch nach m zurückbringt, geht die Erde in ihrer Bahn in (vgl. oben) derſelben Richtung von E gegen V fort, und der Flecken ſcheint ihr alſo erſt dann abermals vor der Mitte S der Sonne zu ſtehen, wenn er über eine völlige Umdrehung von m wieder bis m noch einen, dem EV ähnlichen Bogen** mn

* Ich finde in meinen Notizen einer eigenen, dieſen Gegenſtand betreffenden Schrift: „Ueber die Axendrehung der Sonne.“ Von Kyſäus. Siegen. 1846. 4. erwähnt, welche mir zwar noch nicht vorliegt, deren Anführung ich jedoch bei dem großen Intereſſe des Gegenſtandes nicht habe unterlaſſen wollen.

* Man ſieht leicht ein, daß dieſe Bedingung nur zur Erleichterung der Vorſtellung aufgeſtellt iſt, und daß ſich die Sache für jeden Parallelkreis des „größten Kreiſes“ (des — vergl. unten — Sonnen-Aequators) genau eben ſo verhält.

** Ich darf die Leſer an den Vorgang beim

auf der Kugeloberfläche der Sonne zurückgelegt hat. Dieſes mn verhält ſich zum ganzen Kugelumfange (zu dem ganzen „größten Kreiſe“ der Sonnenkugel), wie EV zum ganzen Umfange der Erdbahn, d. h. (indem man die Bewegung von E, wie die des Fleckens, gleichförmig annimmt) $= t : T$, oder wie $\frac{t}{T} : 1$. In der Zeit t iſt alſo die Umwälzung $1 + \frac{t}{T}$ Mal zurückgelegt worden, daher die Zeit der Einmaligen Umwälzung von m bis wieder m, $=$ t dividirt durch $1 + \frac{t}{T} = \frac{Tt}{T+t}$* kommt. Dieß gibt, wenn man (ſ. oben) mit Caſſini $t = 27$ Tage 12 St. 20′ annimmt, die Dauer der Rotation der Sonne (den Tag des Sonnenbewohners) $=$ 25 unſerer Tage 14 St. 8′. Eben ſo lang ſchlägt ſie Lalande noch in der zweiten Aufl. der „Astronomie.“ §. 3160. an; in den „Mémoires de Paris.“ 1777. S. 457, ſetzt er dieſe Rotationszeit aber nach einer andern, hinten erörterten Methode auf $25^{d}\ 10^{h}$, ein Reſultat, welches ſich in einer ſo bewundernswürdigen Uebereinſtimmung mit den neueſten Ermittlungen in der Schluß-Abtheilung unſeres gegenwärtigen Vortrages findet, daß wir dabei werden ſtehen bleiben können.*

Die in der Tafel XV. Fig. 5. vorge-

ſynodiſchen Monat (vergl. die folgende Anmerkung) erinnern.

* Dieſer Ausdruck pflegt Anſtoß zu geben; — was will man aber eigentlich wiſſen? die Zeit, binnen welcher die Sonnenkugel eben eine volle Rotation ausgeführt, gerade nur 360° um ihre Axe gemacht hat; man will aus dem ſynodiſchen Umlaufe des Fleckens den periodiſchen ableiten. Nun hat der Flecken ſynodiſch, außer den 360°, gemacht $\frac{360^{\circ}.t}{T}$ $\left(\text{indem nämlich } T : 360^{\circ} = t : \frac{360^{\circ}.t}{T}\right)$, und man erhält danach $360^{\circ} + \frac{360^{\circ}.t}{T} : t = 360^{\circ} : \frac{Tt}{T+t}$, welcher Ausdruck alſo, wie oben, die den genauen 360° entſprechende Zeit, den verlangten periodiſchen Umlauf (die „Rotation“) der Sonnenkugel gibt. Es verhält ſich damit vollkommen wie mit dem ſchon oben angeführten Unterſchiede zwiſchen dem ſynodiſchen und periodiſchen „Monate,“ nur daß wir im letzteren Artikel, S. 140, umgekehrt das ſynodiſche aus dem periodiſchen abgeleitet hatten, wofür, indem wir dann vielmehr letzteres $= t$ ſetzten, der Ausdruck $\frac{Tt}{T-t}$ kam; der periodiſche Monat folgt aus dem ſynodiſchen, wenn man dieſen mit t bezeichnet, durch denſelben Ausdruck $\frac{Tt}{T+t}$.

Ich hebe dieß hier übrigens nicht ohne guten Grund hervor, da ſonſt bei einer Vergleichung der Widerſpruch der Zeichen in den beiden Ausdrücken $\frac{Tt}{T+t}$ und $\frac{Tt}{T-t}$ Bedenken erregen könnte; wie geſagt, der Ausdruck $\frac{Tt}{T+t}$ bezieht ſich auf unſern vorliegenden Fall der Herleitung des periodiſchen aus dem ſynodiſchen; $\frac{Tt}{T-t}$ lehrt dagegen die Ableitung des ſynodiſchen aus dem periodiſchen.

* Die Leſer könnten ſich durch dieſen, bereits vorn angedeuteten Mangel an Uebereinſtimmung der älteren mit den neueren Reſultaten überraſcht finden. Allein ſchon der Lilienthaler Aſtronom Schröter (Bode „Aſtron. Jahrb.“ für 1792) und noch mehr Delambre, l. c., machen auf die Schwierigkeiten der betreffenden Beobachtungen aufmerkſam. — Was garantirt, um nur den Hauptumſtand nochmals hervorzuheben, beſonders die Identität der Flecken beim gewöhnlichen Verfahren? Darum verdient das hinten geſchilderte Verfahren der ausſchließenden Benützung nur ganz ausgezeichneter Fleckengruppen ſo viele Aufmerkſamkeit.

ſtellten Erſcheinungen geben nach dieſer Feſtſetzung der Zeit der Rotation ſodann ferner zu erkennen, daß ſich die Sonnenkugel in derjenigen Art um ihre Axe drehe, wie es die Figur 7 abbildet. Hier iſt nämlich die Kugel pasq die Sonne, und der perſpectiviſch abgebildete Kreis, in welchem die Puncte 10° des Schützen (♐), der Fiſche (♓), der Zwillinge (♊) und der Jungfrau (♍) bezeichnet ſind, ſtellt die Ekliptik (die Jahresbahn der Erde) vor. Die Sonnenkugel drehet ſich nun nach der Richtung aq* um eine Axe ps, welche mit der Ebene der Ekliptik den Winkel pcl von $82\frac{1}{2}^{\circ}$ macht; und dieſe „Sonnenaxe" neigt ſich gegen die Puncte 10° der Fiſche und 10° der Jungfrau, und beſtimmt auf der Oberfläche der Sonnenkugel den nördlichen Pol p und den ſüdlichen s. Der größte Kreis aq iſt der ſchon oben erwähnte „Sonnen-Aequator," deſſen Ebene die Ekliptik el alſo unter einem Winkel ace von $7\frac{1}{2}^{\circ}$ (Complement der obigen $82\frac{1}{2}^{\circ}$) ſchneidet; die Durchſchnittspuncte beider Ebenen fallen in diejenige Gerade („Knotenlinie"), die von 10° des Schützen zu 10° der Zwillinge geht, und dieſe Puncte geben die „Knoten" (vergl. d. Art.) des „Sonnenäquators" (mit der Ekliptik) ab. Alle Flecken, als, nachgewieſenermaßen, auf der Kugeloberfläche der Sonne ſelbſt befindlich, bewegen ſich demgemäß bei der Axendrehung in Kreiſen, welche mit dem Aequator aq parallel laufen.

Hieraus werden nun die, Fig. 5 abgebildeten Erſcheinungen der Fleckenbahnen begreiflich. Wenn die Erde (Fig. 7) um den (oben angegebenen) 1ſten Juni in 10° ♐ ſteht, und alſo die Sonne diametral gegenüber in 10° ♊ erblickt, ſo befindet ſie ſich im Knoten des Sonnenäquators; ſie betrachtet alſo dieſen Kreis aq aus ſeiner Ebene ſelbſt, daher ihr derſelbe (in ſeiner — vergl. die folgende Anmerkung — Projection auf der Sonnenſcheibe), gleich allen mit ihm parallelen Bahnen, geradlinig erſcheint. Dieſe geraden Linien gehen hier in der Richtung von a nach q, d. i., wie geſagt, von oben herabwärts, und machen dabei mit der Ekliptik den bezeichneten Winkel ace von $7\frac{1}{2}^{\circ}$. Zu dieſer Zeit ſtehen die Pole der Sonne p und s beide im Rande der ſichtbaren Sonnenſcheibe. Nach einem Vierteljahre, zum 1ſten September, kommt die Erde in 10° ♓, und ſieht die Sonne in 10° ♍. Hier wird der Kreis aq, auf den wir uns beſchränken, aus einem Puncte betrachtet, welcher außer ſeiner Ebene liegt (er wird ſchief geſehen), und muß alſo wie eine Ellipſe erſcheinen, deren ſichtbare Hälfte (die unſichtbare fällt in die Rückſeite der Sonnenkugel) oberwärts hohl iſt. Die halbe große Axe dieſer Ellipſe iſt dem Halbmeſſer der Sonne, die halbe kleine Axe der Linie qr gleich, daher ſich beide Axen wie cq : qr, wie r : sin $7\frac{1}{2}^{\circ}$, faſt wie die angegebenen 100 : 13 (indem, für r = 1, sin $7\frac{1}{2}^{\circ}$ = 0,1305) verhalten. In dieſer andern Stellung der Erde iſt bloß der Nordpol der Sonne p ſichtbar; der Südpol befindet ſich in der von der Erde abgewendeten Hälfte.

Die Erſcheinungen zu Anfange des Decembers und März, aus 10° ♊ und 10° ♍, ſind den beiden vorigen ſonſt ganz ähnlich, und nur in Abſicht auf die Lage der Fleckenbahnen gerade entgegengeſetzt, ſo daß im December die geradlinigen Bahnen vielmehr von q nach a aufwärts gehen, und im März die Ellipſen ihre hohle Seite unterwärts kehren. Die Erſcheinungen in den Zwiſchenzeiten laſſen ſich nicht weniger vollſtändig nach dieſer Erklärung darſtellen; und es bleibt alſo an der Axendrehung der Sonne, als Princip der gegebenen Erklärung, auch nicht der geringſte Zweifel übrig.* Auch habe

* Der irdiſche Beobachter hat das Auge gegen die Kugel gerichtet, welche ihm, indem ſie ſich doch in der That von der Rechten zur Linken (von Weſten gen Oſten) umwälzt, umgekehrt, rotirend von a nach q (rechts, weſtlich) zu gehen ſcheint. — Eine an einem Faden, nach jener Richtung in Drehung verſetzte Kugel macht den Vorgang gleich anſchaulich.

* Man nehme, zu noch mehrerer Verſinnlichung hiervon, bei Vergleichung unſeres Artikels Rotation einen, den Sonnenäquator repräſentirenden Kreis-

ich nur hinzuzufügen, daß die Aſtronomen bloß über die genaue Knotenſtelle des Sonnenäquators, die ich in 10° des Schützen und der Zwillinge geſetzt habe, nicht ganz einig ſind, welches auch nicht eben befremden darf, da der dieſe Stelle bezeichnende Umſtand, daß die Fleckenbahnen aus der Geſtalt immer ſchmaler werdender Ellipſen dort eben in die einer ſtreng geraden Linien übergehen, natürlich ſehr delicate Beobachtungen erheiſcht.

Zum Schluſſe dieſes Abſchnittes führe ich noch an, daß ſchon der große Kepler („Astronomia nova, tradita Comment. de motibus stellae Martis. Pragae. 1609. Fol. — der volle Titel in Kepler'ſche Regeln, S. 890 — in introduct.), vor Entdeckung der Sonnenflecken, eine Axendrehung der Sonne geahnt hat, und komme mit dieſer Bemerkung, unſerer Verabredung gemäß, nun zu den

4) Meinungen der früheren Aſtronomen über die Natur der Sonnenflecken.

Bei der Unterſuchung über die Natur der Sonnenflecke kommt es zuerſt in Frage, ob ſich dieſe Flecken auf der Oberfläche der Sonnenkugel ſelbſt befinden, oder ob ſie frei ſchweben; ich habe aber für die erſtere Meinung ſchon zu Schluſſe des vorangehenden Art. Sonne ſo entſcheidende Gründe beigebracht, daß ich mich dabei begnügen kann. Der Umſtand, daß die Flecken etwas längere Zeit unſichtbar als ſichtbar ſind, weßhalb vorn hierher verwieſen worden, erklärt ſich augenblicklich daraus, daß ſie wegen der Wendung und Verkürzung der Fläche am Rande der Sonnenkugel nicht geſehen werden können.

Aber was ſind ſie nun eigentlich? Die erſten Entdecker, namentlich Scheiner, befangen in der Anſicht von der Sonne als einem Feuer, nehmen die Flecken demgemäß für Rauch- und Dampfwolken; Galilei erklärt ſie für Schaum auf dem großen Meere feiner, flüſſiger Sonnenmaterie; Hevel für Anſammlungen von Dünſten, welche er aus dem Sonnenkörper aufſteigen läßt; Lalande* für Maſſen, welche am Sonnenkörper feſt haften, über deren Natur er aber weiter nichts beibringt u. ſ. w. Eine naturgemäßere, teleologiſch annehmbarere Anſicht trug endlich der verewigte Berliner Hof-Aſtronom Bode in den „Beſchäftigungen der Berliner Geſellſchaft naturforſchender Freunde.“ Berlin. 1766. gr. 8. Band II. S. 225 flgd. vor. Der eigentliche Sonnenkörper iſt danach planetariſcher Natur, und zur Bewohnbarkeit in ſeiner Art eben ſo, wie unſere Erde in der ihrigen, eingerichtet; derſelbe iſt zunächſt mit einer ähnlichen Atmoſphäre verſehen, und nur im Aeußerſten mit einer Umhüllung feiner Lichtmaterie (einer „Photoſphäre“) umfloſſen, wodurch der Sonne die leuchtende und wärmende Eigenſchaft beiwohnt; — die „Sonnenflecken“ im beſondern aber ſind nur ſtellenweis und vorübergehend eintretende Entblößungen des feſten Sonnenkörpers (Sonnenkerns) von ſeiner Lichthülle, dergeſtalt, daß dabei kleinere oder größere Partien jenes dunkleren

ring (etwann von Pappe), und neige denſelben gegen eine, die Ebene der Ekliptik vorſtellende, runde Tiſchplatte, um den angegebenen Winkel der 7½°. Stellt man ſich demnächſt zuerſt ſo an den Tiſch, daß man das Auge gegen die Kante des Papp-Kreiſes richtet, ſo erſcheint derſelbe hier in der Projection (z. B. auf der gegenüberliegenden Wand) offenbar als gerade Linie, in der andern Stellung, 90° von der erſteren, ſodann aber, und dort alſo ſchief geſehen, als Ellipſe, wie ich es im Texte angebe.

Die Sonnenkugel mit ihrem Aequatorkreiſe ſchwebt vor unſerem Blick als eine ſolche „Kugel“ wirklich im Raume; ſie erſcheint uns aber an dem eingebildeten Himmelsgewölbe in der Projection einer Scheibe, auf welcher ſich demnach Alles nach der bezeichneten Art darſtellt. — Das zugleich geſchilderte Verhalten der Sonnenpole dabei endlich aber erinnert, mutatis mutandis, ſehr lebhaft an den im Art. Parallelismus der Erdaxe erklärten Vorgang.

* Ich habe die betreffenden Schriften für Leſer, welche eigene Vergleichungen anſtellen wollten, ſämmtlich ſchon vorangehend namhaft gemacht.

Kerns als ſolche ſcheinbare „Flecken“ ſichtbar werden.

Dieſe, durch die ſchon oben angedeuteten ſpäteren Herſchel-Schröterſchen Beobachtungen und die darauf begründeten Schlüſſe immer mehr als die richtige charakteriſirte Anſicht von der Natur der Sonnenflecken ſteht in einem ſchöneren Einklange mit der nothwendigen Annahme von Abſichten der Vorſehung auf Bewohntheit eines ſo großen Weltkörpers; ſie iſt ſeitdem auch die allgemeine geworden, und ſie bahnt mir nun eben den Weg zu der letztlich verheißenen

5) Darſtellung jener neueſten Forſchungen über Sonnenflecken,

welche Darſtellung ich in der bevorworteten Art ſelbſt mit einigen, freilich unvermeidlichen Wiederholungen nach einem von mir für das Stuttgarter Morgenblatt gegebenen und gern geleſenen Aufſatze über dieſen Gegenſtand, als gleichzeitige nochmalige comparative Ueberſicht des ohnedieß für uns ſo hochwichtigen und intereſſanten Ganzen, nunmehro folgen laſſe.

„Die großen ſchwarzen Flecken,“ heißt es aber daſelbſt, „welche ſich oft plötzlich auf der glänzenden Sonnenſcheibe bilden, langſam über dieſelbe wegziehen, am weſtlichen Rande der Sonne verſchwinden, dann eine Zeit lang unſichtbar bleiben und hierauf am öſtlichen Rande wieder hervorzukommen pflegen, ſind eine ſo höchſt auffallende Erſcheinung, daß ſie gewiß die Aufmerkſamkeit der meiſten der Leſer auf ſich gezogen haben. Man braucht ja die Sonne, da ſie ſelten ganz fleckenfrei iſt, nur zuweilen durch ein gewöhnliches Fernrohr, vor deſſen Augenglas zur Schützung des Auges vor dem Glanze ein ſtark gefärbtes Planglas geſchraubt iſt, aufmerkſam zu betrachten, um ſich ſelbſt vom Vorkommen ſolcher Flecken auf ihr zu überzeugen. Nun erklären ſich zwar alle Lehrbücher der Sternkunde darüber, und ich ſelbſt habe mich bereits darüber vernehmen laſſen, ſo daß der Gegenſtand erſchöpft ſchien; wie denn aber die Wiſſenſchaft, zumal in unſerer wunderbaren Zeit, in keinerlei Beziehung ſtill ſteht, ſo hat ſie ſich auch der Sonnenflecken neuerdings bemeiſtert, und ein in meiner Nachbarſchaft lebender genauer Beobachter* theilt darüber neue Entdeckungen mit, welche um ſo mehr Aufmerkſamkeit verdienen, als ſie wichtige Schlüſſe auf die wahre Beſchaffenheit des großen, herrlichen Sonnenkörpers zu geſtatten ſcheinen. Zur leichtern Verſtändlichkeit der Sache wird es aber doch angemeſſen ſeyn, das Allgemeinere von den Sonnenflecken zuvor noch einmal in das Gedächtniß der Leſer zurückzurufen, damit ſie nicht nöthig haben, nach einem ander Buche zu greifen.

Zuvörderſt bemerke ich, um mich bei den unten vorkommenden Angaben über die erſtaunliche Größe mancher dieſer Sonnenflecken darauf beziehen zu können, daß die Oberfläche der Sonnenkugel die unſerer Erdkugel an Größe mehr als 10000mal übertrifft: die Oberfläche der Erde (Land und Meer) beträgt allerhöchſtens zehn Millionen Quadratmeilen; die Oberfläche der Sonne darf auf mehr als 100000 Millionen Quadratmeilen angeſchlagen werden; — ein Stück Oberfläche von der Größe unſerer ganzen Erde iſt alſo nur ein ſehr unbedeutender Theil der Sonnenoberfläche. Man könnte, nach bekannten Regeln der Geometrie, ſchon daraus auf den cubiſchen Inhalt der Sonnenkugel ſchließen; ich führe aber, um den Leſern die Rechnung zu erſparen und ihrer Einbildungskraft doch zu Hülfe zu kommen, ſogleich an, daß man aus der Sonnenkugel 1300000 der Erde gleich große Kugeln machen könnte.**

* Hencke in Drieſen, der berühmte Entdecker der Aſträa. Ich weiß nicht einmal, ob es dem beſcheidenen Manne recht ſeyn wird, daß ich ihn hier nenne. Indeß verdient die Beharrlichkeit und Genauigkeit ſeiner Beobachtungen dieſe öffentliche Anerkennung; und ich kenne keine beſſere Garantie für meine darauf gebauten, oben vorzutragenden Muthmaßungen über die Natur des Sonnenballs.

** Dieſes Volumen der Sonne muß nicht mit ihrer Maſſe (ihrem Gewichte) verwechſelt werden. Der Stoff der Sonne iſt lockerer, leichter als der der Erde: man müßte ihn mehr zuſammendrücken, wenn er bei gleichem Volumen ſo ſchwer ſeyn

Von der Natur dieſer ungeheuern Kugel machten ſich die ältern Weltweiſen ganz den Begriff, welcher durch den erſten ſinnlichen Schein geboten wird; die Sonne war ihnen ein *Feuer* (nach den Vorſtellungen der ariſtoteliſchen Schule „das reinſte Feuer“), und dieſe Meinung hat ſich bis auf *Herſchel* ziemlich allgemein erhalten. *Kircher* (Jeſuit und vielgeleſener naturwiſſenſchaftlicher Schriftſteller des ſiebenzehnten Jahrhunderts, deſſen Werk: „**Mundus subterraneus**“ ſich beſonders ausführlich über dieſen Gegenſtand verbreitet) glaubte die Sonne als ein „Meer von Feuer und Flammen, etwa wie fließendes und wallendes Kupfer in einem Schmelzofen“ beobachtet zu haben; und *Wolf* in ſeinen phyſikaliſchen Schriften behandelt ſogar den Satz, „daß die Sonne ein wirkliches Feuer ſey,“ als einen mathematiſchen Lehrſatz, und beweiſt ihn dadurch, daß die Sonnenſtrahlen leuchten, wärmen, brennen u. ſ. w., alſo alle Kennzeichen eines wirklichen Feuers an ſich tragen. Die Sonnenflecken erklärt er dabei ganz entſchieden für Sammlungen der aus dem Sonnenfeuer aufſteigenden Dämpfe, und in ähnlicher Weiſe betrachtet *Galilei* dieſelben als „Schaum auf dem großen Meere ſeiner, geſchmolzener Sonnenmaterie.“ Gleichwohl hätte ſchon die Art, wie ſich die Sonnenflecken zeigen, und welche vom erſten Entdecker derſelben mit bewundernswürdiger Genauigkeit beſchrieben war, auf richtigere Vorſtellungen leiten können. Dieſer Entdecker der Sonnenflecken war bekanntlich der Jeſuit *Chriſtoph Scheiner*, Profeſſor der Mathematik zu Ingolſtadt, welcher bei einer Beobachtung der Sonne im März 1611 mittelſt des damals kürzlich erfundenen Galilei'ſchen Fernrohrs die Flecken wahrnahm und die Erſcheinung ſeinem Collegen, dem Pater *Cyſatus*, zeigte. Die wichtige Entdeckung würde auch damals gleich allgemein bekannt geworden ſeyn, wenn nicht der Ordensprovincial Theodor *Buſäus* die Annahme von „Flecken“ auf dem Sonnenkörper, den man, wie ſchon oben bemerkt, nach den Begriffen der ariſtoteliſchen Philoſophie, damals für den vollkommenſten Körper und das reinſte Feuer hielt, für unangemeſſen erklärt hätte.

Scheiner wurde indeß einige Zeit nachher nach Rom berufen, ſetzte dort ſeine Beobachtungen mit außerordentlichem Fleiße fort und ſah ſich nicht weiter gehindert, ſein großes und vortreffliches, noch jetzt geſchätztes Werk über die Sonnenflecken: „**Rosa Ursina**“ * etc. 1630. Fol., erſcheinen zu laſſen. Da in dieſem ſchönen Werke die Axendrehung der Sonne aus der bloß ſcheinbar nachgewieſenen Eigenbewegung der Flecken abgeleitet iſt, und letztere alſo als etwas auf der Sonnenoberfläche *Feſtes*, hinſichtlich der Stellung auf derſelben Unveränderliches nachgewieſen werden, ſo hätten Kircher, Wolf u. A. bei beſſerer Benützung der Scheiner'ſchen Arbeit ihre erwähnte Anſicht von der Natur der Sonnenflecken, als ſeyen dieſelben nur ausgeſtoßene Dämpfe des Sonnengluthmeers, welche denn doch eine *eigene* Bewegung gehabt haben würden, allerdings leicht berichtigen und ſich von der phyſiſchen Beſchaffenheit des Sonnenkörpers überhaupt beſſere Begriffe bilden können. Gleichwohl hat ſich die Meinung, die Sonne ſey ein Feuermeer, wie geſagt, bis auf Herſchel, den Vater, erhalten, und erſt den Beobachtungen und dabei angewendeten vervollkommneten Inſtrumenten dieſes unermüdlichen Aſtronomen verdanken wir unſere jetzige beſſere Kenntniß von der Beſchaffenheit der Sonne.

Alle Vorgänge, die wir auf der Sonnenſcheibe wahrnehmen, ſind nun aber nach der Herſchel'ſchen Theorie Phänomene der atmoſphäriſchen Umhüllungen der Sonnenkugel. Der an und für ſich dunkle, den *Planeten* höchſt wahrſcheinlich ſehr ähnliche Sonnenkörper ſelbſt iſt nämlich

ſollte als Erde. Gleich ſchwere Kugeln, wie die Erdkugel, ließen ſich daher aus der Sonne nur etwa 300,000 machen; dennoch aber übertrifft dieſe Maſſe (dieſes Gewicht) der Sonnenkugel das Gewicht aller Planetenkugeln des Syſtems noch über 800mal. Daher die ungeheure Anziehungskraft der Sonne.

* Die „**Rosa Ursina**“ im Titel, weßhalb ich oben hierher verweiſe, iſt weiter nichts als ein Compliment für den Herzog von Bracciano aus dem Hauſe Urſini, dem das Werk zugeeignet iſt, und in deſſen Wappen ſich eine Roſe befindet.

mit einer dreifachen Schicht umgeben, welche ſich in ſeiner allgemeinen Atmoſphäre bildet. Dieſe iſt durchſichtig, elaſtiſch, wie unſere planetariſche Luft, und im Verhältniſſe der Anziehungskraft der Sonne und ihres eigenen Weſens von großer Ausdehnung. Bis auf eine bedeutende Höhe führt ſie keine Wolken; ein farbloſer, klarer, durchſichtiger, wohl hundert Meilen hoher Raum befindet ſich unmittelbar über dem eigentlichen Sonnenkörper, dem Sonnenkern, und bildet die erſte Schicht, worauf eine, die zweite Schicht bildende Wolkendecke folgt. Dieſe Wolken gleichen den planetariſchen und lagern gedrängt aneinander. Hierauf erſt kommen die leuchtenden Wolken, als dritte, äußerſte Schicht. Die Beſchaffenheit dieſer leuchtenden Wolken iſt eine ganz andere, als die der niederen Schichten; ſie bilden in ihrer Continuität einen wahren Lichtmantel (eine Photoſphäre), und verhüllen uns ſolchergeſtalt den Anblick des Sonnenkörpers mit ſeinen ihn näher umgebenden andern atmoſphäriſchen Schichten. Zuweilen aber trennt ſich dieſe äußerſte Sonnenhülle leuchtender Wolken in größern Maſſen, und durch die entſtehenden Riſſe hindurch wird dann zuerſt die unmittelbar darunter liegende Schicht grauerer Wolken * ſichtbar, welche Wolkendecke ihrerſeits mitunter auch wieder reißt, wodurch der dunkle Sonnenkörper ſelbſt ſichtbar wird. Und dergleichen, durch die Riſſe der Photoſphäre hindurch ſchimmernde grauere Wolkenmaſſen, oder auch Theile der unmittelbaren Sonnenfläche ſelbſt ſind nun das, was wir, im Gegenſatze der übrigen, von der Lichthülle nicht entblößten Sonnenſcheibe, als Sonnenflecken erblicken; wir ſehen dabei gleichſam wie durch einen Trichter oder Schlund in der Lichtſphäre auf den innern Sonnenkörper hinab, und nehmen die ſichtbar werdenden, dunkler gefärbten Partien deſſelben nothwendig als Flecken auf der übrigens mit Lichtſtoff belegten Sonnenſcheibe wahr.

Aus dieſer Darſtellung wird nun vollkommen klar, daß die Sonnenflecken, wenn ſie einmal entſtanden, und für die Zeit ihrer Dauer etwas, der Lage auf der Sonnenkugel nach, Unveränderliches ſind, keine eigene wirkliche Bewegung haben, mithin keine Kircher-Wolf'ſche Dämpfe ſeyn können, und daß die ſcheinbare Bewegung, die wir gleichwohl an ihnen wahrnehmen, lediglich von der Bewegung der Sonne um ihre Axe herrührt, welche wirkliche Bewegung alſo, wie dieß auch ſchon Scheiner gethan hat, aus jener ſcheinbaren abgeleitet werden kann.

In der That braucht jeder Sonnenfleck, wofern er dazu überhaupt lange genug dauert, etwa 27 Tage, um alſo ſcheinbar in der Richtung von Morgen gegen Abend über die uns zugewendete Sonnenſcheibe wegzurücken, an deren weſtlichem Rande zu verſchwinden, am öſtlichen wieder hervorzukommen und den Punct auf der Sonnenſcheibe wieder zu erreichen, wo er uns zuerſt erſchienen war, alſo eine vollkommene Rotation mit der Sonnenkugel zu vollenden. Wäre indeſſen die Erde, von der aus wir dieß beobachten, unbeweglich in ihrer eigenen Bahn geweſen, ſo würden jene 27 Tage auch die wahre Rotationszeit der Sonnenkugel ausdrücken; da wir aber in den 27 Tagen auch um beiläufig 27 Grade, und zwar ebenfalls nach der Folge der Zeichen, nach der ſich die Sonne wirklich dreht, fortgerückt ſind, ſo hat alſo die Sonnenkugel mit dem Flecke nicht bloß eine ganze Umdrehung von 360 Graden, ſondern auch noch 27 Grad darüber, und mithin in den 27 Tagen zuſammen 387 Grade zurückgelegt, woraus man durch bloße Regel-de-tri die Zeit für 360 Grad, d. h. alſo die wahre Umwälzungszeit der ungeheuern Sonnenkugel um ihre Axe, wenn man will, den Tag der Sonne, beiläufig gleich 25 unſerer Tage findet.

Ehe ich nun aber weiter gehe, muß ich denjenigen Leſern, welchen meine frühern Vorträge über dieſen Gegenſtand nicht mehr gegenwärtig ſind, zur vollen Verſtändlichkeit des Folgenden auch noch in das Gedächtniß zurückrufen, was mit dem

* Ich führe hinſichtlich dieſer, die zweite Schicht bildenden Wolkendecke noch an, daß dieſelbe nach Herſchels Anſicht ganz beſonders dazu beſtimmt iſt, die Sonnenbewohner vor dem großen Lichtreize der darüber lagernden dritten Schicht von Leuchtſtoff zu ſchützen.

obigen Ausdrucke: „wenn der Fleck dazu überhaupt lange genug dauert,“ eigentlich geſagt ſeyn ſoll. — Der Lichtmantel der Sonne, dasjenige, was wir gewöhnlich, und wenn nicht die beſchriebenen Riſſe darin entſtänden, als Bedeckung ihrer ganzen Oberfläche von ihr gewahr werden würden, beſteht, wie angeführt, aus leuchtenden Wolken, durch deren momentane Trennung eben jene Riſſe entſtehen. Schon die Art dieſer Riſſebildung durch ein Verziehen von Wolken läßt aber vermuthen, daß die entſtandenen Oeffnungen ſich oft eben ſo ſchnell durch ein neues Zuſammentreten der Wolken wiederum verſchließen; und in der That ereignet ſich dieß ſo oft, daß viele Sonnenflecken (Riſſe) wieder vergehen, ehe ſie mit der Sonnenkugel die ganze, von der Erde aus geſehene Rotation von 27 Tagen* vollendet haben.

Das bis hierher Angeführte bezeichnete alſo etwa den Stand unſerer Kenntniſſe von den Sonnenflecken und der aus ihrer Erſcheinung unwiderleglich folgenden Axendrehung der Sonnenkugel, als Hencke mit ſeinen neuen Beobachtungen dieſes Phänomens hervortrat. Ich faſſe das allgemeinſte Reſultat dieſer Entdeckungen, denen ich, wegen der nachher daraus abzuleitenden Schlüſſe auf die Beſchaffenheit des Sonnenkerns, große Wichtigkeit beilege, ſo zuſammen: die Erſcheinung der Sonnenflecken verräth oft eine gewiſſe Periodicität; Sonnenflecken, obgleich in ihren Formen Veränderungen vorgegangen ſeyn können, ſind nach einer oder mehreren Rotationen an denſelben Stellen der Sonnenoberfläche wieder erkennbar; erloſchene (durch Wiederzuſammenziehung der Lichtwolken den Blicken einſtweilen entzogene) Sonnenflecken erſcheinen ſogar nach langen Zeiträumen neuerdings genau an derſelben Stelle der Sonnenſcheibe; ja endlich, dergleichen erloſchene Flecken bilden ſich in gewiſſen Perioden ſogar ganz in der frühern Geſtalt und an der nämlichen Stelle.

Nach dieſer allgemeinen Andeutung des Reſultats laſſe ich über das Detail den Beobachter ſelbſt im Auszuge ſprechen: „Am 8ten Juni 1840 gegen Mittag gewahrte ich eine Gruppe von Sonnenflecken, welche ich ſchon öfter in bildlicher Darſtellung oder in der Wirklichkeit geſehen zu haben glaubte, und ich durchſuchte daher die Berliner aſtronomiſchen Jahrbücher mit ihren Kupferbeilagen, in deren Jahrgang 1828 ich auch in der That dieſelbe Gruppe ſogar zweimal, nämlich nach Poſtorfs Beobachtungen vom 7ten Februar und 5ten März 1825 auffand. Dieſe Stellung der Flecken hatte ſich meinem Gedächtniſſe ſo gut eingeprägt, weil ſie nach meinen Notizen am 6ten Februar, 9ten und 10ten März 1825 auch meine Aufmerkſamkeit auf ſich gezogen hatte. Dieſe Gruppe beſtand aus einem großen, ovalen, ſchwarzen Fleck in Südweſten, welchem gegen Nordoſt mehrere kleine Flecken unregelmäßig folgten, worauf zwei mittelmäßig große, längliche, an einander liegende Flecken kamen. Ueber die Identität der wiederholten Erſcheinung konnte kein Zweifel übrig bleiben.“

„Höchſt merkwürdig iſt aber ganz gewiß, daß ſich nach ſo langer Zeit ($15\frac{1}{3}$ Jahre, nämlich vom Februar 1825 bis Juni 1840) die mittlerweile veränderte oder auch verſchwundene Form ſo genau reproducirte, daß ſie unverkennbar war. Wiederholt ſich dieſe Wahrnehmung in der Zukunft, ſo dürfte ein bedeutender Schritt zur Aufklärung über die phyſiſche Beſchaffenheit der Sonnenoberfläche geſchehen ſeyn. Wenn Sir John Herſchel (Sohn des großen Herſchel) in ſeiner „Aſtronomie“ ſagt: „Man behauptet (dieß bedarf aber wohl noch ſehr der Beſtätigung), verſchwundene Flecken ſeyen nach geraumer Zeit an denſelben Stellen der Sonnenſcheibe wieder zum Vorſchein gekommen,“ ſo iſt durch meine Beobachtungen nicht nur dieſem „Bedürfniß der Beſtätigung“ Genüge geleiſtet, ſondern (um dieſe wichtigſten, ſchon oben hervorgehobenen Umſtände nochmals zu wiederholen) überdieß noch dargethan, daß ſich erloſchen geweſene Flecken (periodiſch) nicht

* Es verhält ſich, um auch dieß noch zu bevorworten, mit dieſem Unterſchiede zwiſchen der, aus der ſcheinbaren Fleckenbewegung geſchloſſenen wirklichen und der von der Erde aus beobachteten Dauer der Rotation der Sonnenkugel, wie mit dem allen Leſern bekannten Unterſchiede zwiſchen der Dauer des periodiſchen und des ſynodiſchen Monats.

bloß an der *frühern Stelle* der Sonnenſcheibe, ſondern ſogar genau in der *frühern Form* reproduciren.“

„Hieraus ſcheint nun die, ganz beſondere Aufmerkſamkeit verdienende Folgerung hervorzugehen, daß wenigſtens die *ſchwarzen*, ſogenannten *Kernflecken*, vielleicht auch ihre *Bramen* — die weißgrauen oder bräunlichen, jene Kernflecken umgebenden Nebel — entweder für immer oder doch für lange Zeiträume auf dem innern Sonnenkörper feſtſtehende Formen ſind, und nur von Zeit zu Zeit durch den, die äußerſte Hülle der Sonne bildenden Lichtſtoff überfloſſen und ſolchergeſtalt unſern Blicken (periodiſch) ganz entzogen oder doch in ihrer Erſcheinung verändert werden. Dieſe Lichtmaterie zeigt ſich uns auf manchen unbeſtimmten Stellen der Sonnenoberfläche, beſonders aber in der Nähe der Kernflecken, reichlicher zuſammengehäuft, als[*] ſogenannte *Sonnenfackeln* (faculae solares), wodurch natürlich die Wiederüberziehung der Kernflecken ſammt ihren Bramen durch ſolchen Lichtſtoff begünſtigt wird. Die Sonne ſcheint demnach wirklich *drei* (atmoſphäriſche) Umhüllungen zu beſitzen: dieſe Schichte von Lichtwolken, eine darunter folgende, die „Bramen“ bildende Schichte grauerer Wolken, und drittens eine unmittelbar über dem Sonnenkern lagernde Schichte ſehr hellen Stoffes“ (wie wir es oben nach Herſchel angeführt haben).

„Es iſt,“ fährt unſer Sonnenbeobachter fort, „gewiß der Mühe werth, das hier Angeführte durch fernere Beobachtungen zu beſtätigen; beſonders aber dürfte darauf zu merken ſeyn, ob ſich nicht nach abermals $15\frac{1}{3}$ Jahren (alſo zu Anfang Oktobers 1855) die erwähnte Fleckengruppe in derſelben Form wieder zeigt.“

[*] Alles dieß ſtimmt ganz gut zuſammen. Wenn die Sonnenflecken, unſern obigen Erklärungen gemäß, durch das Auseinandertreten der Lichtwolken entſtehen, ſo müſſen ſich dieſe Lichtwolken natürlich zunächſt um die Flecken herum zuſammenthürmen und demnach dort hellere Stellen (Sonnenfackeln) bilden. — Iſt die irdiſche Atmoſphäre mit Wolken erfüllt, und reißt dieſe Wolkendecke an einzelnen Stellen, um einen Einblick in die Himmelsbläue zu geſtatten, ſo zeigen ſich rings umher auch Wolken*berge*.

Zugleich aber hat Hencke dieſe Beobachtungen zu derjenigen genauern Beſtimmung der Sonnenrotation benutzt, von welcher ich oben geſprochen habe. Die $15\frac{1}{3}$ Jahre nämlich, nach deren Verlaufe die betreffende Fleckengruppe ſich genau wieder auf der nämlichen Stelle der Sonnenkugel zeigte, und binnen welcher ſie alſo mit dieſer eine gewiſſe Anzahl *voller* ſynodiſcher Rotationen gemacht haben muß, enthalten offenbar dieſe ihrer Dauer nach zu ermittelnde Anzahl ſolcher vollen ſynodiſchen Rotationen. Nun gibt der franzöſiſche Aſtronom *Flaugergues* die Dauer der *ſynodiſchen* Sonnenrotation, welche wir oben *beiläufig* auf 27 Tage beſtimmt hatten, *genauer* zu 27,294 Tagen an, und wenn dieſe Beſtimmung *ganz genau* wäre, ſo müßte die in den $15\frac{1}{3}$ Jahren enthaltene Tagezahl, dividirt durch dieſe letztere Zahl von 27,294 Tagen, eine *ganze* Zahl geben. *Sehr nahe* iſt dem auch wirklich ſo, wodurch wiederum die vortreffliche Uebereinſtimmung alles in der fraglichen Sache hier Vorgetragenen augenſcheinlich beweiſen wird: $15\frac{1}{3}$ Jahre zu $365\frac{1}{4}$ Tagen geben nämlich 5600 Tage; und dieſe Zahl, dividirt durch 27,294, bringt 205,1, alſo nur 0,1 Differenz, welches 0,1 demnach als verurſacht durch eine noch übrig gebliebene Ungenauigkeit in der Beſtimmung von Flaugergues angeſehen werden darf.[*] Hiernach kommen auf 5600 Tage 205 volle ſynodiſche (von der Erde aus geſehene) Rotationen der Sonnenkugel, welches die Dauer Einer ſolchen ſynodiſchen Revolution gleich 27,317 Tagen gibt; und dieſes Reſultat muß als ſehr genau betrachtet werden.

Während dieſer Zeit von 27,317 Tagen, als Dauer einer ſynodiſchen Son-

[*] Ich bemerke, daß die genaueſte Beſtimmung der Dauer der Umwälzung der Sonnenkugel um ihre Axe ihre eigenthümlichen techniſchen Schwierigkeiten hat. Wahrſcheinlich iſt die oben gegebene Hencke'ſche die zuverläßigſte, da ein ſo langer Zeitabſchnitt ($15\frac{1}{3}$ Jahre) *vor ihm* noch nie dazu in Betracht gezogen worden iſt.

nenrotation, hat die Erdkugel in ihrer eigenen Bahn 26,924 Grade, und zwar in der nämlichen Richtung zurückgelegt, ſo daß vom Sonnenfleck in dieſer Zeit über den vollen Umlauf von 360 Graden noch 26,924, und alſo zuſammen 386,924 Grade beſchrieben ſind, woraus mithin wieder durch bloße Regel-de-tri die Zeit für 360 Grade, oder die wahre ſideriſche Rotation der Sonne ſich zu 25 Tagen 9 Stunden 59 Minuten 18 Secunden ergibt, während ſich die Erde in Einem Tage (in 24 Stunden) um ihre Axe wälzt. — Nun hat der Aequator der Sonne etwa 100mal mehr Umfang, als der der Erde, und wenn ſich die Sonne alſo nur eben ſo ſchnell als dieſe drehen ſollte, ſo müßte ſie zu ihrer Rotation 100 Tage anwenden; — ſie braucht aber, wie angeführt, nur 25 Tage dazu, nur den vierten Theil der Zeit, und dreht ſich alſo 4mal ſchneller als die Erde. Auch von dieſem Umſtande werde ich unten Anwendung machen.

Laſſen ſich nun aber aus den Hencke'ſchen Beobachtungen über die Neigung der Sonnenflecke, öfters wieder an den nämlichen Stellen der Sonnenoberfläche, und ſelbſt wieder in den nämlichen Formen zu erſcheinen, Schlüſſe ziehen auf die Beſchaffenheit des eigentlichen Sonnenkörpers? — Nach meiner Anſicht ſehr wichtige und deshalb doppelt beachtenswerthe, weil ſie auch die Beobachtungen und Vermuthungen früherer Aſtronomen beſtätigen, und alſo die größte Wahrſcheinlichkeit für ſich haben.

Schon der ſorgfältige Himmelstopograph Schröter führt die Beobachtung eines Ringgebirges auf der Sonne an, welchem er nach ſeinen Meſſungen eine Höhe von mehr als 200 Meilen beimißt. Es iſt wohl natürlich, den Höhen der Berge auf den verſchiedenen Weltkörpern ein gewiſſes, wenigſtens annäherndes Verhältniß zu den Halbmeſſern beizulegen, und da wir auf unſerer Erdkugel Berge von der Höhe zwiſchen 1 und 2 Meilen kennen, ſo widerſtreitet es der Analogie nicht, auf der Sonnenkugel, deren Halbmeſſer den Halbmeſſer der Erde mehr als 100mal übertrifft, auch 100mal höhere Berge zu finden. Ueberdieß geht zuverläßig durch unſer ganzes Syſtem ein gewiſſer allgemeiner Typus: die Planeten zeigen, ſo weit unſere Beobachtungen irgend reichen, ſämmtlich Berge, und für den Sonnenkern, deſſen planetariſche Natur aus ſo vielen, oben nachgewieſenen Umſtänden folgt, müſſen alſo ſchon deßhalb Berge angenommen werden.

Dieß vorausgeſetzt — und man wird ſich der ſo ziemlich von allen neuern Aſtronomen gutgeheißenen Anſicht kaum widerſetzen können — denke man ſich nun dieſe, hoch in die beſchriebenen atmoſphäriſchen Umhüllungen der Sonne hineinragenden Sonnenberge, ſo ſcheint es nur in der Natur der Sache ſelbſt zu liegen, daß die Lichtſphäre der Sonne ſich nirgends öfter und nirgends lieber in beſtimmten, immer wiederkehrenden und ausdauernden Formen trennen werde, als gerade über ſolchen, vielleicht ſchon ſie ſelbſt erreichenden oder gar in ſie hineinſtrebenden Berggipfeln. Man könnte dagegen die Größe mancher Sonnenflecken einwenden, von welcher ich mit dem Verſprechen, darauf zurückzukommen, vorn geſprochen habe, und welche allerdings oft den Umfang unſerer ganzen Erdoberfläche übertrifft.* Allein einmal, was iſt hier „Größe“? iſt ſie hier nicht ein bloß relativer Begriff? — und dann, darf man nicht mit Recht annehmen, daß, wenn das Verziehen der Sonnenlichtwolken durch einen Berggipfel erſt einmal eingeleitet iſt, der Prozeß ſich hernach von ſelbſt fortſetzt? — Die Lichthülle der Sonne, welche wir uns, allen Beobachtungen zu Folge, als eine Decke, freilich aus eigenthümlichem Stoffe gewebter, meiſtens dicht an einander lagernder Wolken zu denken haben, ſcheint ohnedieß ſehr großen (atmoſphäriſchen) Revolutionen unterworfen zu ſeyn, und zeigt ſich uns, um mich Herſchel'ſcher Ausdrücke zu bedienen, immer mit „Untiefen, Rücken, Nieren und Narben;“ eben ſo ſchnell aber überfließt die leichte Lichtmaterie die entſtandenen Unebenheiten wieder und gleicht ſie aus. Die „ſtehenden Flecke,“ wie ich das von Hencke beobachtete Phänomen nennen möchte, müſſen alſo nothwendig gleichfalls eine „ſtehende“ Urſache haben; und entſprechende große Unebenheiten

* Man hat in der That oft Sonnenflecken von mehr als 6000 Meilen Durchmeſſer beobachtet.

(Berge) auf der Sonnenoberfläche, zumal da die Exiſtenz ſolcher Sonnenberge von den Aſtronomen ohnedieß anerkannt wird, geben gewiß die beſte Erklärung ab.

Daß aber die Sonnenlichtſphäre ſolchen heftigen atmoſphäriſchen Revolutionen, unter denen wir uns nach Analogie unſeres Wolkenhimmels immerhin Winde, Stürme u. ſ. w. denken mögen, unterworfen ſey, lehren direkte Beobachtungen unwiderleglich. Man hat geſehen, daß ſich Riſſe in der Photoſphäre binnen einer einzigen Sekunde 60, ja 80 Meilen weit fortſetzten, eine Geſchwindigkeit, welche die des Schalles in der irdiſchen Atmoſphäre mehr als 1200mal, und unſerer heftigſten Orkane gar an 13000mal übertrifft. Auch ſcheint dem ſo ſeyn zu müſſen, da ſich die für das ganze Syſtem entſcheidende, energiſchere Emiſſion erhitzender Strahlen durch eine ſolche Thätigkeit in der Sonnenlichtſphäre bedingt zeigt. Herſchel ſagt ausdrücklich: „Ich bin jetzt geneigt zu glauben, daß die Oeffnungen der Sonne mit großen Untiefen, Rücken, Nieren und Narben (als unzweifelhaftes Reſultat größerer atmoſphäriſcher Thätigkeit in der Lichthülle) eine reichlichere Ausſendung erhitzender Strahlen, folglich mildere planetariſche Witterung erwarten laſſen, wogegen Poren, kleine Einſchnitte und die Abweſenheit von Rücken, Nieren, großen Oeffnungen und Untiefen, kurz, überhaupt ein ärmliches und unthätiges Anſehen der glänzenden Wolken eine ſparſamere Emiſſion von Licht- und Wärmeſtrahlen und ſomit ſtrenge Witterung andeuten.“

Die Rotation der Sonne, von deren Schnelligkeit, als von einem weiter zu erwähnenden Umſtande wir oben geſprochen haben, mag auf dieſe Revolutionen in der Lichtſphäre auch nicht ohne Einfluß ſeyn; denn es iſt ein höchſt merkwürdiger Umſtand, daß ſich die Region der Flecken, als offenbarer Produkte photoſphäriſcher Thätigkeit der Sonne, nur 30 Grade weit zu jeder Seite des Sonnenäquators erſtreckt, wo ſich natürlich der, durch die Heftigkeit der Rotation verurſachte Schwung gewaltiger äußern kann, als näher an den Polen der Sonnenkugel. Ich habe in den Betrachtungen über den Bremiker'ſchen Kometen (Nr. 308 ff. d. J. 1840 des „Morgenblattes“) auf allgemeine Gründe der Erſcheinung hingedeutet, daß die gemeinſchaftliche Ebene, in welcher die Planeten unſeres Syſtems den Centralkörper umringen, mit der erweiterten Ebene des Sonnenäquators zuſammenfällt, und es wird den Leſern nach den jetzt gegebenen Erläuterungen über die beſondere photoſphäriſche Thätigkeit der Sonne gerade in derſelben Richtung nicht ſchwer werden, ſich die Frage nach dieſen Gründen nun ſelbſt zu beantworten.

Hencke's neue Sonnenbeobachtungen, an deren Mittheilung wir alle dieſe Betrachtungen anreihen, gewähren alſo, neben genauerer Beſtimmung eines ſo delikaten Elements, als die eigentliche Zeit der Umwälzung der Sonne um ihre Axe iſt, durch Beſtätigung der ſelbſt vom jüngern Herſchel noch in Zweifel geſtellten Periodicität* (wo nicht Ausdauer) beſtimmter Gruppen von Sonnenflecken ſogar unter eben ſo beſtimmten, wenig oder ganz unveränderlichen Formen, zugleich eine vortreffliche Beſtätigung der Anſichten der neuern Aſtronomie über die Beſchaffenheit des eigentlichen Sonnenkörpers oder Sonnenkerns.

Dieſe ungeheure Sonnenkugel — um das Reſultat des Vorgetragenen zu reſumiren — aus welcher weit über eine Million Kugeln von gleicher Größe wie unſere Erdkugel gebildet werden könnten, und auf deren Oberfläche ſich die Oberfläche der letztern mehr als zehntauſendmal ausbreiten ließe, wälzt ſich in 25 Tagen zehn Stunden (weniger 42 Secunden) um ihre Axe, wobei ihre Rotationsgeſchwindigkeit die der Erdkugel viermal übertrifft. Ihr eigentlicher Körper, ihr Kern, iſt von planetariſcher Beſchaffenheit und ähnelt den Planeten beſonders darin, daß ſeine Oberfläche mit Bergen beſetzt iſt, deren Höhe in einem an-

* Wenn wir nun hinſichtlich dieſer „Periodicität“ noch weiter gingen und ſogar annähmen, daß die Gipfel der (nicht bloß poſtulirten) Sonnenberge in entſprechenden Perioden geeigneter wären, durch die Lichtſphäre zu ſchimmern? Zeigen die irdiſchen Berge, mutatis mutandis, etwa nicht Aehnliches? Man ſtecke die Grenzen der Conjectural-Aſtronomie nicht zu weit, aber auch nicht zu enge.

gemeſſenen Verhältniſſe zur Größe des Sonnenhalbmeſſers ſteht und alſo Hunderte von Meilen beträgt. Dieſen feſten Sonnenkern umgeben drei atmoſphäriſche Hüllen: eine unmittelbar über ihm lagernde Aetherſchicht, eine dann folgende Decke wolkenartiger Gebilde, welche an irdiſche Wolken erinnern, und endlich eine Lichtſphäre, deren Gewebe ſich häufig trennt und dann den Einblick auf dunklere Sonnenpartien geſtattet, wodurch diejenige Erſcheinung veranlaßt wird, welche wir Sonnenflecken nennen, und deren neuere genaueſte Beobachtung durch Hencke nun eben dazu gedient hat, die hier nochmals in eine kurze Ueberſicht zuſammengedrängten, oben mit allem erforderlichen Detail entwickelten Sätze über die Beſchaffenheit des Sonnenballs zur höchſten Wahrſcheinlichkeit zu erheben. — Ich freue mich, ſchließlich hinzufügen zu können, daß unſer Sonnenaſtronom ſeine Beobachtungen unermüdet fortſetzt und mir ſolchergeſtalt vielleicht bald die Freude verſchafft, den Leſern weitere Mittheilungen von gleich hohem Intereſſe über das wichtigſte Geſtirn unſeres Syſtems vorlegen zu können."

In dieſer, alſo den Gegenſtand nochmals reſumirenden und mit den neueſten Forſchungen bereichernden Zuſammenſtellung iſt vorläufig auch bereits der Einfluß erwähnt, welchen Herſchel den Sonnenflecken auf die irdiſche (oder vielmehr überhaupt planetariſche)* Temperatur beimißt. Ich habe über dieſen Einfluß, welchen beſonders unſer wackerer Münchener Aſtronom Gruithuiſen beobachtend verfolgt, viel nachgedacht, mich darüber auch ſchon im Art. Meteorologie nach meiner damaligen Anſicht erklärt, glaube aber jetzt, daß derſelbe eigentlich nur unter dem, in der Anmerkung angedeuteten, weiteren Geſichtspuncte betrachtet werden muß, und gehe daher, das Reſultat ſolcher ferneren Beobachtungen abwartend, für den Augenblick nicht ſpeciell darauf ein.

Dieß wird denn etwann das Intereſſanteſte und Wichtigſte aus den Kenntniſſen ſeyn, die ſich die Aſtronomie bisher von den Sonnenflecken und der daraus folgenden Naturbeſchaffenheit des Sonnenkörpers zu verſchaffen gewußt hat. In Verbindung mit dem auf dieſe letztere bezüglichen, vorangehenden Artikel Sonne dürfte der gegenwärtige Vortrag darüber ſolchergeſtalt zur Vollſtändigkeit nichts Weſentliches vermiſſen laſſen; und da außerdem die hiſtoriſchen und literariſchen Notizen ſchon gelegenheitlich beigebracht ſind, ſo kann ich alſo die umfangreiche und ſchwierige Abhandlung hiermit beſchließen.

* In der That hieße es die Grenzen der Sonnenwirkung viel zu enge abſtecken, wenn man dieſen beſtimmten Einfluß auf den einzigen Planeten Erde einſchränken wollte. Sind die „Sonnenflecken," wie ich oben nach Herſchel behaupte, wirklich Folgen größerer Lebensthätigkeit in der Licht- und Wärme-Sphäre der Sonne, ſo muß vielmehr das ganze Syſtem an einer ſolchen Aufregung participiren, wobei es aber freilich hinwiederum geſchehen könnte, daß ein oder der andere Syſtemskörper eben ſeinerſeits zugleich eine größere temporaire Empfänglichkeit gegen jene Einflüſſe beſäße. — Ich gebe dieſe Bemerkung hier nur als Andeutung; ſie kann aber wenigſtens dazu dienen, den Blick in das ganze Sonnenſyſtem zu erweitern; und gerade dieß bezwecke ich auch vorzugsweiſe nur damit.

Sonnenbahn,* ſ. Ekliptik, als welches nur ein anderer Name für denſelben Begriff iſt.

Sonnencykel, ſ. Cyklus, S. 218, wo von der Periode dieſer Rückkehr der Wochentage in derſelben Ordnung auf die nämlichen Monatstage ausführlich die Rede iſt.

Sonnenfackeln, ſ. Sonnenflecken, wo die, dieſe Flecken als nothwendige Folge begleitende Erſcheinung der „Sonnenfackeln" ausführlich beſchrieben und erklärt wird.

Sonnenferne; Aphelium; *Aphélie.* Derjenige Punct der elliptiſchen Planeten- (und Kometen-) Bahnen, in

* Ich wiederhole die Bemerkung, daß ich, um den Vortrag über Sonnenflecke, der natürlichen Ordnung gemäß, gleich auf den Artikel Sonne folgen laſſen zu können, die ſtrenge alphabetariſche Ordnung augenblicklich unterbrochen habe, und jetzt in dieſelbe zurückkehre.

welchem der betreffende Planet am weiteſten von der, den einen Brennpunct der Ellipſe einnehmenden Sonne, als Centralkörper, entfernt iſt. Wir haben dieſen Punct bereits im Artikel Apſiden kennen gelernt, welchen gemeinſchaftlichen Namen derſelbe mit dem Puncte der „Sonnennähe“ trägt;* und ich ſetze voraus, daß ſich die Leſer der Sache im Allgemeinen aus dieſem Artikel erinnern.

Es wird aber danach zuerſt ſogleich einleuchten, daß die ältere Aſtronomie, namentlich das Ptolemäiſche Weltſyſtem, welches die Planeten, ſtatt um die Sonne, vielmehr ſammt der letzteren ſelbſt um die Erde laufen ließ, den Begriff der Sonnenfernen (und Sonnennähen, vergl. den beſond. Art.) auch noch gar nicht admittiren konnte, ſondern ſich dafür nur Erdfernen (und Erdnähen, welche, — ſ. auch dieſe Artikel — wir dagegen bloß auf unſern Mond beziehen) dachte. Erſt Copernikus ſodann ſetzte ſie an die Stelle der letzteren; die eigentliche Anwendung verdanken wir aber dem großen Kepler.

Dieſer Aſtronom machte nämlich die, in Kepler'ſche Regeln ausführlich beſchriebene Entdeckung, daß, wie ich Eingangs anticipire, alle Planeten elliptiſche Bahnen um die, den gemeinſchaftlichen einen Brennpunct der Ellipſen einnehmende Sonne beſchreiben; die große Axe dieſer Ellipſen (Apſidenlinie, beſonderer Art.) bezeichnet dabei im elliptiſchen Bahnumfange die „Apſiden,“ d. h. alſo die Puncte der „Sonnenferne“ und Sonnennähe, nämlich diejenigen Puncte, in denen der Planet die weiteſte und geringſte Entfernung von der Sonne hat, wogegen das Mittel aus beiden (die mittlere Entfernung; Distantia media; *Distance moyenne*) an den Endpuncten der kleinen Axe eintritt. — Dieß Alles folgt aus der Natur der Ellipſe (ſ. d. A.).

Der Punct der Sonnenferne iſt in der Aſtronomie ſo außerordentlich wichtig, weil man von demſelben den Ort des Planeten in der Bahn (die Anomalie, ebenfalls beſond. Art.) zu zählen anfängt (wenigſtens war dieß ſonſt unausnamentlich der Fall, wogegen in der neueſten Zeit die Sonnennähe, das Perihelium angewendet wird, indem die deßhalb oben gleich mit genannten Kometen meiſtens nur in derſelben ſichtbar ſind). Stellen wir uns hiernach einen Planeten in ſeiner elliptiſchen Bahnbewegung um die Sonne vor, ſo wird der Punct der „Sonnenferne“ dabei als der Ausgangspunct betrachtet; die „Anomalie“ (der Abſtand des Planeten von der Sonnenferne) iſt in dieſem Puncte alſo noch = 0, und zwar gilt dieß ſowohl von der mittleren, als von der wahren Anomalie,* Bezeichnungen, derentwegen ich freilich auf den Artikel Anomalie ſelbſt verweiſen muß, da ich die plangemäße Abrundung doch nicht bis zur Wiederholung von Allem treiben darf. Wir wiſſen indeß, daß der Unterſchied zwiſchen dieſen beiden Anomalien die Gleichung der Bahn heißt, welche demgemäß, und da alſo beide Anomalien in der „Sonnenferne“ (und in der „Sonnennähe“) =

* Der Ausdruck „Apſiden“, als Bezeichnung der Puncte des größten und kleinſten Abſtandes jedes Weltkörpers vom Centralkörper (z. B. auch der Monde vom Hauptplaneten, der Begleitſterne in den Doppelſternſyſtemen vom Centralſterne u. ſ. w) iſt der Oberbegriff (das „Genus“), von welchem demnach die hier in Rede ſtehenden „Sonnenfernen“ (und „Sonnennähen“) nur eine „Species“ (den Unterbegriff) abgeben. — Ich bitte, dieſe erweiternde Erklärung und genauere Beſtimmung im betreffenden Artikel Apſiden nachzutragen.

* Die Annahme des Sonnenferne- (oder Sonnennähe-) Punctes zum gemeinſchaftlichen Anfangszählpuncte ſowohl für die wahre als die mittlere Anomalie iſt, wie namentlich noch im Art. Mittlerer Planet gezeigt wird, unerlaßlich, da die hierbei beſonders beabſichtigte Herleitung jener erſteren aus dieſer letzteren die Beziehung auf die Apſidenlinie vorausſetzt, und ein Wiederzuſammentreffen beider Anomalien in einer der Apſiden nur bei einem ſolchen gemeinſchaftlichen Ausgangsmomente aus der andern eintreten kann.

0 (oder = 180°) werden, hier ebenfalls verſchwindet. Es iſt uns ferner aus der Kepler'ſchen Planetentheorie bekannt, daß ſich die Geſchwindigkeiten der Planeten an den verſchiedenen Stellen der Bahn um die Sonne umgekehrt wie die Abſtände von der letzteren verhalten (bei größerem Abſtande kleiner, bei kleinerem dagegen größer werden), und dieſe Bedingung ſoll uns nun zunächſt zur Auffindung der Lage des Punctes der „Sonnenferne“ für den Planeten Erde verhelfen.

Dieſer Planet Erde befindet ſich nämlich demgemäß in ſeiner Bahn offenbar wirklich am weiteſten da von der Sonne, wo ihm der Lauf der letzteren am langſamſten (und der Sonnendurchmeſſer — vergl. Excentricität, S. 402 — alſo natürlich zugleich am kleinſten) erſcheint; und dieß iſt jetzt (ich komme gleich auf dieſes „jetzt“) der Fall, wenn wir gegen Ende Juni die Sonne im 9ten Grade des „Krebſes“ beobachten (ſehen), und die Erde demnach den diametral gegenüber liegenden Bahnpunct, d. i. den 9ten Grad des „Steinbocks“ einnimmt. Dergleichen Beobachtungen reichen alſo zur Beſtimmung des Ortes der Sonnenferne für unſeren Planeten aus.

Die Himmelsorte der Sonnenfernen in den Bahnen der übrigen Planeten ſodann laſſen ſich vorzüglich nach derjenigen ſinnreichen Methode ermitteln, zu welcher Kepler („De stella Martis.“ cap. XLII.) Anleitung ertheilt, und auf welche ich ſchon im Art. Apſidenlinie, S. 49, hingedeutet habe. Um den Geiſt dieſer Methode zu faſſen, erinnern wir uns wieder aus dem A. Kepler'ſche Regeln daran, daß gerade auf die Hälfte der Umlaufszeit eines Planeten um die Sonne, d. h. um den Brennpunct, auch gerade die Hälfte ſeiner elliptiſchen Bahnfläche kommt. Nun liegen die, einander diametral entgegenſtehenden Apſiden, und zwar von allen Puncten des elliptiſchen Bahnumfanges ſie allein, eben um jene halbe Umlaufszeit aus einander, indem nur die Apſidenlinie (große* Axe) die Bahnfläche mit Bezug auf jenen Brennpunct in zwei gleiche Hälften trennt. Beſitzt man alſo mehrere, in verſchiedenen Bahnpuncten gemachte Beobachtungen eines Planeten, ſo muß man davon zwei ausſuchen, welche der doppelten Bedingung genügen, Bahnorte zu bezeichnen, die ſich diametral gegenüber (um 180° aus einander) liegen, und in Zeit zugleich um die halbe Dauer der Revolution differiren: dieß ſind dann nothwendig die Puncte der „Sonnenferne“ und Sonnennähe.*

Vergleicht man aber die auf dieſe Art ermittelten Bahnpuncte (Himmelsorte) der Sonnenfernen für ältere u. neuere Zeiten, ſo findet man, daß die Stellen der Sonnenfernen am Himmel nicht unveränderlich feſt ſind (weßhalb ich eben in Bezug auf den Ausdruck nur

* Die kleine Axe theilt die Ellipſenfläche zwar auch in zwei gleiche Hälften, aber nicht mit Bezug auf den Brenn- (Kraft-) Punct.

* Kepler „De stella Martis“, S. 208: „Perpende itaque, quod si Planeta, a puncto *apogaei* eundo, dimidium temporis restitutorii insumat, fine hujus temporis, omnino confectis 180 gradibus, sit futurus in puncto *perigaei*.“ — Und um das Verfahren mit noch andern Worten zu charakteriſiren. Lalande, „Astronomie.“ §. 1279. „Lorsqu'on a plusieurs observations d'une planète, faites en différens points de son *orbite*, il faut chercher celles, qui donnent deux points diamétralement opposés; et si les tems de ces observations diffèrent exactement d'une demi-révolution, on sera sûr, que ces deux observations sont l'une dans *l'aphélie*, et l'autre dans le périhélie. Ainsi en comparant deux à deux un grand nombre d'observations, on ne pourra manquer de tomber sur celles, qui indiqueront la place des apsides (de *l'aphélie*). — Tiefer gehende Leſer könnten mir freilich einwenden, daß hier heliocentriſche Oerter in der Bahn verlangt werden, wogegen die unmittelbare „observation“ nur erdſichtige gerade Aufſteigungen und Abweichungen gewährt; allein jene folgen (vergl. helioceutriſch und geocentriſch) aus dieſen durch Rechnung.

„für jetzt“ oben hierher verwieſen habe), ſondern ſich dergeſtalt verrücken, als wenn die großen Axen der Planetenbahnen einem langſamen Vorwärtsgehen nach der Folge der Zeichen (vergl. d. A.) unterworfen wären. Dieß iſt aber auch wirklich der Fall; ich habe die Gründe davon im Art. Perturbationen hinreichend auseinandergeſetzt, und verweiſe über dieſen Umſtand dorthin.* Hier will ich vervollſtändigend nur hinzufügen, daß die ältere Aſtronomie nichts Befriedigendes über dieſes ſchon von ihr wahrgenommene Vorwärtsrücken der „Sonnenfernen“ beizubringen wußte, bis Newton's „Principia“ das Räthſel löſten, daher auch Halley, der uns bekannte Aſtronom und Zeitgenoß des Britiſchen Weltweiſen, in einem den „Principia“ vorangeſetzten Gedichte ausdrücklich ſagt:

„Discimus hinc tandem . . . .
Cur remeant nodi, *curque auges*** *progrediuntur.*

Schließlich verweiſe ich Leſer, welche ſich durch die gegenwärtigen Auseinanderſetzungen über „Sonnenferne“ noch nicht befriediget finden ſollten, auf das Weitere darüber beim Lalande „Astronomie.“ 6tes Buch. §. 1279 flgd. „Méthodes pour trouver le lieu de l'Aphélie d'une Planète.“

* Indeß will ich verſuchen, in Bezug auf dieſe „Perturbations“-Wirkung noch durch ein anderweites Gleichniß Licht zu verbreiten. Alle Planeten bewegen ſich nämlich nach der Folge der Zeichen, und daſſelbe gilt, wie ich oben zeige, zugleich von allen großen Axen, d. h. von allen (den entſprechenden elliptiſchen) Bahnflächen. Man kann ſich aber hierbei jeden einzelnen Planeten als perturbirt durch die ſämmtlichen übrigen perturbirenden denken, und ſeine Maſſe als verbreitet über die, gleichſam wie eine Scheibe zu betrachtende Fläche ſeiner Bahn anſehen, wonächſt es ganz natürlich ſcheint, daß die, wie geſagt, in derſelben Richtung laufenden Planeten, ihrer Gravitation („Nachſichziehung“) gemäß, jene Scheibe in derſelben Richtung mit umzudrehen ſtreben.

** „auges“ Apſiden (vergl. d. A.).

Sonnenfinſterniß, ſ. Finſterniſſe.

Sonnengleichung bei der cykliſchen Rechnung, ſ. Epakten, S. 322.

Sonnenjahr; Annus solaris; *Année solaire.* Die Zeit, binnen welcher die Sonne mit eigener Bewegung (die ich hier der täglichen allgemeinen entgegenſetze) einen Umlauf um den Himmel zu vollenden, nämlich durch alle zwölf, ihre Bahn angebenden Zeichen des Thierkreiſes zu gehen ſcheint, oder vielmehr, da dieſe Sonnenbewegung, wie wir wiſſen, in der That nur ſcheinbar iſt, die Zeit eines wirklichen vollen Umlaufes der Erde um die Sonne. Dabei kann man ſich aber, wie ich in dem Art. Jahr, S. 799 und 800, ausführlich gezeigt habe, auf verſchiedene Puncte der Ekliptik, als Ausgangs- und Rückkehr-Puncte der Sonne (Erde), nämlich auf die Nachtgleichen, auf die Apſiden oder auf einen Fixſtern beziehen, welchergeſtalt man das tropiſche, das anomaliſtiſche oder endlich das ſideriſche (das „Sternjahr“) erhält. Jene Puncte der „Nachtgleichen“ und „Apſiden“ ſind (vgl. beide Art.) beweglich, daher man auch die von der Rückkehr zu ihnen entnommenen Jahre „bewegliche“ nennen könnte, wogegen das ſideriſche Jahr, welches (die vollkommene Unbeweglichkeit der Fixſterne angenommen)* allein in aller Strenge ein unveränderliches („wahres“) iſt, ſodann das „feſte“** Jahr heißen müßte. Von dieſen mehreren Arten von Jahren wird nur im engeren Sinne das tropiſche Jahr, die Rück-

* Mit welchem Rechte man dieß bei dem erſt in ſehr langen Zeiträumen bemerkbaren Einfluſſe der Eigenbewegung der Fixſterne darf, darüber findet ſich in dieſem letzteren Artikel passim hinreichende Aufklärung.

** In einem ähnlichen Sinne braucht der verewigte Berliner Hof-Aſtronom Ideler („Lehrbuch d. Chronologie.“ Berlin. 1831. gr. 8. S. 66 u. 68) beide Ausdrücke in chronologiſcher Bedeutung; und da ich dieß im Art. Jahr übergangen habe, ſo bringe ich die Bemerkung hier nachträglich bei.

kehr der Sonne zum (Frühlings-) Nachtgleichenpuncte, wie es unſerer Kalender- (vergl. d. A.) Einrichtung zu Grunde liegt, alſo das erſtere der beiden „beweglichen“ Jahre, als eigentliches Sonnenjahr bezeichnet, und man ſetzt demſelben jenes „feſte“ Sternenjahr entgegen. Die genaue Dauer eines ſolchen eigentlichen (eines „tropiſchen“)

Sonnenjahres iſt . . .	365 Tage	5 St.	48′ 47″	= 365,24222	Tage,
dagegen des Sternenjahres	365 —	6 —	9′ 10″	= 365,26637	—
ſo daß der Unterſchied . .	„ —	„ —	20′ 23″	= 0,02415	—

beträgt.*

Auf dieſe numeriſche Angabe und die nochmalige Einſchärfung der rechten Bedeutung von „Sonnenjahr“ im engeren Sinne, dem Sternjahre gegenüber, beſchränke ich mich denn aber auch hier, da ſich zugleich alles übrige, den Gegenſtand betreffende Detail im citirten Collectiv-Artikel Jahr, wohin es bereits gehörte, vorfindet.

Sonnenmonat, ſ. Monat, S. 141, wo näher nachgewieſen wird, daß man darunter den 12ten Theil eines Sonnen- (eines gemeinen) Jahres, alſo einen Zeitraum von etwas über 30 vollen Tagen verſteht.

Sonnennähe; Perihelium; *Périhélie.* Derjenige Punct der (elliptiſchen) Bahn eines Planeten oder Kometen, um die, den Central- (Brenn- oder Kraft-) Punct der Bahn einnehmende Sonne, in welcher der Planet (Komet) letzterer am nächſten kommt. Die große Axe der elliptiſchen Planeten- (und Kometen-) Bahnen geht nach Kepler's Entdeckung (Kepler's Regeln, S. 904) durch die, wie geſagt, im Brennpuncte befindliche Sonne, und bezeichnet im Bahnumfange ſelbſt die beiden Puncte der Apſiden (ſ. auch dieſen Art.), von denen der eine alſo den Punct der „Sonnennähe“ abgibt. Dieſer Punct der Sonnennähe liegt demgemäß der Sonnenferne (welchen beſondern Vortrag ich ja zu vergleichen bitte) diametral gegenüber, ſo daß die Anomalien, wofern man dieſelben von der Sonnenferne zu zählen anfangt, in dieſem Puncte der Sonnennähe = 180° = 6 Zeichen werden. Und da ferner, wieder nach Kepler's Regeln, S. 908, diejenigen beiden Bahnhälften, in welche die große Axe die Fläche der Ellipſe zertrennt, in gleichen Zeiten durchlaufen werden, ſo iſt im Puncte der „Sonnennähe“ die wahre Anomalie der mittleren gleich, daher die Mittelpunctsgleichung (die Gleichung der Bahn, eigener Art.) allhier verſchwindet. Der Lauf des Planeten (Kometen) fällt aber in dieſem Puncte am ſchnellſten (die Bewegung des Geſtirns am größten) aus, eben weil hier der Abſtand von der, jene Bewegung durch ihre Centralkraft bewirkenden Sonne der kleinſte iſt.

Die Erde in ihrer (wirklichen) Bahn erreicht die Sonnennähe (welche ſich in dem 9ten Grade des Krebſes findet), wenn die Sonne dagegen in dem (letzterem Puncte gerade gegenüber liegenden) 9ten Grade des Steinbocks beobachtet (geſehen) wird; dieß geſchieht jetzt (über welches „jetzt“ ich mich im Art. Sonnenferne ausführlich erklärt habe) zu Ende des Jahres oder Monates December; und die Sonne ſcheint dann am ſchnellſten fortzurücken und zeigt uns ihre Scheibe aus dieſer größten Nähe, auch unter dem größten Durchmeſſer.

Die Sonnennähen der übrigen Planeten ſtehen, der Natur der Ellipſe gemäß, nicht weniger allezeit ihren Sonnenfernen diametral gegenüber (liegen 180° eines mit der großen Axe der Ellipſe um letztere beſchriebenen Kreiſes von

* Nach Hanſen's (jetzigen Directors der Sternwarte Seeberg bei Gotha) neueſter „Allgemeine Ueberſicht des Sonnenſyſtems“ in Schumacher's „Jahrbuch für 1837.“ — Die Leſer werden freilich bei Vergleichung mit den Angaben in den Artikeln Jahr, Revolution u. ſ. w. einen, von mir auch ſchon mehrfach hervorgehobenen Unterſchied einiger Secunden finden, welcher indeß, wie geſagt, in einer noch Statt findenden Ungewißheit vollkommen ſcharfer Ermittlung ſeinen Grund hat.

ihnen ab), worauf ſich das in dieſem Artikel erklärte Verfahren zur Ermittlung ihres Bahn- (Himmels-) Ortes gründet, deſſentwegen ich alſo dorthin verweiſen kann.

Die Kometen ſind uns nur in demjenigen Theile ihrer Bahnen ſichtbar, welcher in die Nachbarſchaft ihrer Sonnennähen fällt.* Deßhalb werden bei der Berechnung des Kometenlaufes die Anomalien nur vom Perihelium an gezählt (ich habe in Sonnenferne darauf aufmerkſam gemacht, daß man jetzt auch für die Planeten in dieſer Art verfährt); und der heliocentriſche Bahnort des Periheliums einer Kometenbahn gibt alſo eines der wichtigſten Elemente (vergl. d. Art. S. 302) dieſer Bahn ab.

Sonnen-Parallaxe, ſ. Parallaxe, S. 258 flgd.

Sonnenſtunde, ſ. Sonnenzeit.

Sonnenſyſtem; Systema solare; *Système solaire.* Eine Sonne, zunächſt die unſrige, mit allen um ſie laufenden Weltkörpern: den Hauptplaneten ſammt den zu ihnen gehörigen und von ihnen mit fortgeführten Nebenplaneten (Monden) und Kometen, macht ein „Sonnenſyſtem“ aus. Ich habe im Artikel Fixſterne passim nachgewieſen, daß ein großer Theil dieſer Geſtirne höchſt wahrſcheinlich Sonnen wie die unſrige ſind, welche eine ähnliche Planetenumgebung haben, und alſo mit dieſer Umgebung auch ähnliche „Sonnenſyſteme“ bilden, indeß andere Fixſterne (Doppelſterne) ſich dagegen als Centralſonnen nur von Sonnen untergeordneter Beſchaffenheit umringt finden. Daraus würde eine Verſchiedenheit der „Sonnenſyſteme“ der Conſtitution nach folgen; wir wollen aber für dieſe letztere Art lieber den ſchon früher gewählten Namen der Doppelſternſyſteme beibehalten, und den Ausdruck „Sonnenſyſteme“ nur auf jene erſtere Kategorie beſchränken. In dieſelbe gehört alſo, und zwar für uns vorzugsweiſe, jenes unſer Sonnenſyſtem. Da daſſelbe aber in der älteren Aſtronomie, welche die Fixſterne unter dem heutigen Geſichtspuncte noch nicht kennen gelernt hatte, gleichſam die Welt abgab, ſo iſt es daher gekommen, daß man ihm per excellentiam den Namen des „Weltſyſtems“ beigelegt hat, unter welchem wir daſſelbe, wie ſehr uneigentlich dieſer Name auch auf ein Stäubchen in der Allheit der Unendlichkeit paßt, jener Gewohnheit gemäß, auch ausführlicher betrachten werden.

Sonnentafeln, ſ. d. Art. Sonne, gegen den Schluß, wo die neueſten, den ſcheinbaren Lauf der Sonne am Himmel berechnenden „Sonnentafeln“ namhaft gemacht werden.

Sonnentag, ſ. Sonnenzeit.

Sonnenuhr, ſ. Gnomonik, in welcher „Lehre von den Sonnenuhren“ der Gegenſtand unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte mit hinreichender Ausführlichkeit behandelt wird.

Sonnenweite, ſ. Band I. S. 554, wo wir den Abſtand der Sonne von der Erde („Sonnenweite“) als Maß der Entfernung der Fixſterne angewendet haben.

Sonnenwenden, Sonnenſtände, Sonnenſtillſtandspuncte, Solſtitialpuncte; Puncta solstitiarum; *Points solstitiaux.* So heißen diejenigen beiden Puncte des, den Aequator bekanntlich unter einem Winkel von (ſ. Schiefe der Ekliptik) etwann 23½° ſchneidenden größten Kreiſes der Ekliptik (Sonnenbahn), welche nördlich und ſüdlich am weiteſten von jenem größten Kreiſe des Aequators abſtehen (dergeſtalt, daß dieſer Abſtand alſo

* Wenigſtens gilt dieß von den Kometenbahnen mit größerer Excentricität, wie uns (vergl. d. Art. passim) die bisherigen Beobachtungen nur dergleichen kennen gelehrt haben, welches jedoch die Möglichkeit der ſpäteren Entdeckung eines ſolchen Geſtirns von hinreichend kurzer großen Bahnaxe, um bis in ſeine Sonnenferne verfolgt zu werden, nicht ausſchließt. — Ich erinnere aber auf dieſe Veranlaſſung aus jenem Artikel daran, daß die Kometenbahnen, wie ich oben ſage, in der Wirklichkeit nicht weniger ſämmtlich Ellipſen ſind, und daß die gewöhnlich dafür angenommene „Parabel“ nur eine Rechnungs-Erleichterung abgibt.

die — vgl. unten — „Schiefe der Ekliptik“ angibt). Nach den Sätzen der Sphärik ſind dergleichen, den weiteſten Abſtand zweier größten Kreiſe von einander bezeichnende Puncte von den Durchſchnittspuncten dieſer Kreiſe um 90° entfernt und ſtehen einander diametral gegenüber; und daher ſind alſo auch die Sonnenwenden (Solſtitialpuncte) 90° = 3 Zeichen von den, jene Durchſchnitte abgebenden **Nachtgleichen** entfernt,* und ſtehen in der Ekliptik 180° von einander ſelbſt ab.

Wenn die Sonne bei ihrem **ſcheinbaren** Jahreslaufe durch die Ekliptik** einen dieſer Puncte erreicht, und alſo vom Aequator nördlich oder ſüdlich am weiteſten entfernt iſt, ſo kommt ſie dem Nord= oder Südpole der Erdkugel am nächſten, und ſchafft damit den respective Nord= oder Südländern ihren längſten Tag und ihre kürzeſte Nacht. Von da **wendet** ſie ſich (ſcheinbar***) wieder zu dem Aequator zurück, aus welcher „**Umwendung**“ des Laufes der Name der Sonnen**wenden** (gleichwie der bezüglichen **Wende**kreiſe, Tropici, ſ. d. A. und gleich hinten) gekommen iſt. Da die am meiſten auseinanderliegenden Bögen zweier größten, ſich in ſolcher Art wie hier Aequator und Ekliptik ſchneidenden Kreiſe faſt parallel ſind, ſo ändert ſich an den Stellen der Sonnenwenden der Abſtand der (in der Ekliptik fortrückenden) Sonne vom Aequator nicht merklich; ſie ſcheint (indem ſie demgemäß ſodann mehrere Tage hinter einander eine ziemlich gleiche Mittagshöhe behauptet) gleichſam „ſtill zu ſtehen;“ und dieſer Umſtand hat die Veranlaſſung zu dem, den Sonnenwenden beigelegten zweiten Namen der „Sonnenſtände“ oder „Sonnenſtillſtandspuncte“ gegeben. Die (eben erwähnten) durch dieſe „Sonnenſtillſtandspuncte“ mit dem Aequator parallel gehenden, die Ekliptik **berührenden** beiden kleineren Kreiſe heißen, wie geſagt, und aus den angeführten Gründen die **Wendekreiſe**; und es wird von ihnen in dieſem beſondern Artikel ausführlicher die Rede ſeyn.

Diejenige Sonnenwende, welche dem **Nordpole** der Erdkugel am nächſten liegt und von der Sonne **um*** den 21. **Juni** erreicht wird, heißt der **Sommerpunct** (beſonderer Art.), die **Sommerſonnenwende** oder der **erſte Punct des Krebſes** (0° ♋); die andere, dem **Südpole** nächſte, und zu welcher die Sonne um den 21ſten **December** gelangt, der **Winterpunct** (ebenfalls eigener Artikel), die **Winterſonnenwende** oder der **erſte Punct des Steinbocks** (0° ♑).

Sonnenwende, nämlich **Zeit der Sonnenwende**; Solstitium; *Solstice.* „Sonnenwende“ iſt eigentlich der **Augenblick**, in welchem der Mittelpunct der Sonne beim ſcheinbaren Jahresumlaufe dieſes Geſtirns um die Erde den größten Abſtand vom Aequator (die größte **Abweichung**, ſ. d. Art.) erlangt, alſo

* Dieß heißt, wie ich anticipirend bevorworten muß, die **Sommer**ſonnenwende ſteht vom **Frühlings**=Aequinoctium 90° und die **Winter**ſonnenwende eben ſo weit vom **Herbſt**=Aequinoctium ab, woraus aber (vergl. hinten) eben ſogleich folgt, daß der Abſtand der **letzteren** vom **erſteren** 90° + 180° = 270° beträgt.

** Die Vergleichung dieſes Artikels **Ekliptik**, wo Anleitung zur Verſinnlichung des ganzen Vorganges bei Beziehung auf den **wirklichen** Umlauf der **Erde** um die Sonne ertheilt wird, kann hier ſehr nützlich werden. Dagegen dient für die im **Texte** gewählte Anſicht die Betrachtung eines ſolchen Globus, auf welchem die **Ekliptik** mit verzeichnet iſt, zur Unterſtützung der Einbildungskraft.

*** „Scheinbar,“ weil nämlich, wie wir wiſſen, jene **Sonnen**bewegung um die Erde überhaupt nur eine, dagegen durch die **wirkliche** Bewegung der **Erde** um die Sonne mit beſtimmter unveränderlicher Axenrichtung veranlaßte **Erſcheinung** iſt, welches ſich eben im deßwegen citirten Art. **Ekliptik** ſo anſchaulich gemacht findet.

* „Um,“ weil ſich nach der Einrichtung unſeres **Kalenders** (vergl. d. A. S. 842) mit ſeinen Schalttagen die Nachtgleiche und alſo auch das Solſtitium um mehr als einen Tag verſchieben kann, ehe die Ausgleichung durch die Unterdrückung eines **Säcular**=Schalttages eintritt.

in einen Solſtitialpunct tritt. Zwar verläßt die (im ununterbrochenen Laufe durch die Ekliptik begriffene) Sonne jenen Punct auch in demſelben Augenblicke ſchon wieder; da ihre Bewegung aber langſam iſt, und da ſich ihr Abſtand vom Aequator (vergl. den unmittelbar vorangehenden Art.) um dieſe Zeit einige Tage lang kaum merklich ändert, ſo kann man annehmen, ſie behalte den ganzen betreffenden (jenen Augenblick enthaltenden) Tag über, dieſelbe Abweichung; — und ſolchergeſtalt wird denn derſelbe der Tag der Sonnenwende (dies solstitii; *Jour du solstice*).

Unter dieſer Vorausſetzung fällt der Tagkreis der Sonne an dieſem Tage mit demjenigen Wendekreiſe (vergl. d. A.), dem nördlichen oder ſüdlichen, zuſammen, welchen ſie eben erreicht hat; ſie tritt aber jährlich in den Wendekreis des Krebſes um (der vorhergehende Artikel erklärt ſich über dieſes „um") den 21ſten Juni, und in den Wendekreis des Steinbocks um den 21ſten December, und dieß ſind alſo die Tage der Sonnenwenden.*

Die Horizonte der Nordländer ſchneiden ſich mit den Tagkreiſen der Sonne dergeſtalt, daß der Wendekreis des Krebſes (als eben nachgewieſener ſolcher Tagkreis) ſeinen größten Theil über und den kleinſten dagegen unter dieſen Horizonten hat,** wogegen der Wendekreis des Steinbocks unter allen übrigen Tagkreiſen der Sonne mit dem kleinſten Theile über dieſe Horizonte hervorragt und den größten Theil unter ſie verbirgt. Daher haben die Nordländer zur Zeit der Sonnenwende um den 21ſten Juni den längſten Tag und die kürzeſte Nacht, und um den 21ſten December den kürzeſten Tag und die längſte Nacht, wogegen für die Südländer natürlich gerade der umgekehrte Fall eintritt.

Weil in unſern Ländern mit dem Eintritte der Sonne in den Krebs der Sommer, und mit dem Eintritte in den Steinbock der Winter anfängt, ſo hat daher unſer längſter Tag, der 21ſte Juni, den Namen der Sommerſonnenwende (Solstitium aestivum; *Solstice d'été*), der kürzeſte, der 21ſte December, den der Winterſonnenwende (Solstitium hibernum; *Solstice d'hiver*) erhalten. Mit Bezug auf die ſüdliche Halbkugel der Erde ſollte dieß freilich eigentlich auch gerade umgekehrt ſeyn; indeß iſt jene Benennung des 21ſten Juni als „Sommer-" und des 21ſten December als „Winterſonnenwende" nun einmal allgemeiner Gebrauch geworden, ſo daß auch wir dieſelbe ohne Einſchränkung beibehalten werden.

Um den Eingangs erwähnten, genauen Augenblick des Solſtitiums zu haben, vergleicht man die culminirende Sonne mehrere Tage vor und nach dem 21ſten Juni oder 21ſten December mit einem Fixſterne von bekannter Länge (Fundamentalſterne, ſ. d. A.), wodurch man alſo ihre eigene Länge für die betreffenden Mittage, und ſomit auch die Veränderung in Länge von einem Mittage zum andern erhält, und leitet daraus ſodann durch eine einfache Proportion die Zeit ab, zu welcher dieſe Länge (und die ihr in dieſen Puncten gleiche Rectaſcenſion) eben 90°, oder (vergl. vorn) 270° betragen hat. Wäre

* Zur aufeinmaligen Ueberſicht bemerke ich, daß die Sonne (bei ihrer ſcheinbaren) Jahresbewegung) am 21ſten März den Ausgangspunct der Frühlingsnachtgleiche verläßt und dem Sommerſolſtitium zueilt, welches ſie alſo am 21ſten Juni erreicht, wonächſt ſie am 23ſten September in die Herbſtnachtgleiche und den 21ſten December in das Winterſolſtitium tritt, und nun wieder zur Frühlingsnachtgleiche zurückkehrt, um einen neuen nämlichen Umlauf zu beginnen.

** Wenn man ſich zur Verſinnlichung einen Erdglobus, vorausgeſetzt, daß die Ekliptik mit darauf verzeichnet ſey, vornimmt und ſich die Kugel als Scheibe projicirt denkt, auf welcher demnach die Kreiſe der Kugel zu geraden Linien werden, welche von den, ſodann nicht weniger als gerade Linien erſcheinenden Horizonten der Nordländer ſchief durchſchnitten ſind, ſo wird dieſe ungleiche Theilung der Tagkreiſe durch letztern ſogleich anſchaulich. Man kann ſich in dieſer Art auch durch unmittelbare Zeichnung helfen, welche ich den Leſern anheim gebe.

z. B., wie ich bloß der Verdeutlichung wegen annehme, die Sonnenlänge in dieſer Art am Mittage des 20ſten Juni 89° und am Mittage des 22ſten Juni 91° gefunden worden, ſo müßte man ſetzen:

2° (91—89) Längenveränderung : 48 Stunden (20—22. Juni) = 1° (90—89) : 24 Stunden,*

woraus alſo folgen würde, daß das Solſtitium gerade zu Mittage des 21ſten Juni eingetreten geweſen ſey (daß die Sonne gerade im Mittagsmomente des 21ſten Juni den [89 + 1 =] 90ſten Grad der Länge oder der derſelben hier gleichen geraden Aufſteigung erreicht gehabt hätte).

Allein noch bedeutender iſt die Beobachtung des Solſtitiums in Bezug auf die zugleich Statt habende Declination, indem letztere dann, wie deßwegen oben hierher verwieſen iſt, das Maß der Schiefe der Ekliptik, als eine der wichtigſten aſtronomiſchen Beſtimmungen, gewährt. Zu dieſer Ermittlung habe ich jedoch in dem letzteren Artikel ausführliche Anleitung ertheilt, und begnüge mich daher, in dieſem Bezuge ſchließlich dorthin zu verweiſen.

Sonnenzeit; Tempus solare; *Temps solaire* (oder „Temps mesuré par la révolution apparente du Soleil"). Die nach dem ſcheinbaren täglichen Umlaufe der Sonne um die Erde (nach ihrem, oder genauer ihres Mittelpunctes Wiedereintreffen im Meridian von einem Tage zum folgenden) abgemeſſene Zeitdauer mit ihren Eintheilungen führt den Namen der „Sonnenzeit." Solche Zeit, unter Mitberückſichtigung der gleich folgenden genaueren Beſtimmung, iſt auch gemeint, wenn von Zeit überhaupt ohne weiteren Beiſatz die Rede iſt. Man muß nämlich hierbei wahre „Sonnenzeit" (Tempus solare verum; *Temps vrai*) von mittlerer „Sonnenzeit"** (Tempus solare medium; *Temps moyen*) ſorgfältig unterſcheiden.

Der Zeitraum von jedem Mittage (Durchgange des Mittelpunctes der Sonne durch den Mittagskreis, Culminations-Momente) bis zum folgenden, erſtlich, heißt ein wahrer Sonnentag (Jour de temps vrai), und man theilt jeden ſolchen Tag (wenn er auch — vergl. unten — von einem andern „Sonnentage" in der Dauer etwas abweicht, doch dergeſtalt als wäre dieſer Tag allen andern „Sonnentagen" vollkommen gleich) in 24 gleiche Theile, welche danach durchgängig wahre Sonnenſtunden* (Heures de temps vrai) heißen, und wieder in ihre Minuten, Secunden u. ſ. w. zerfallen.

Das eigentliche, ſeiner Natur nach (wenigſtens wenn von aller Möglichkeit den Einfluß einer Eigenbewegung zu bemerken abgeſehen wird) vollkommen unveränderliche Zeitmaß iſt der Sterntag (vergl. d. A.); die Zeit zwiſchen zwei ſucceſſiven Culminationsmomenten eines, wie geſagt, am Himmel außer dieſer Tagesbewegung abſolut unbeweglich angenommenen, ſelbigen Fixſterns. Behauptete die Sonne ihren Platz unter den Fixſternen, bliebe ſie immer bei einem und dem nämlichen ſolchen Sterne ſtehen, ſo würden die Sonnentage alſo auch zugleich Sterntage und von gleicher (unveränderlicher) Länge ſeyn. Allein die Sonne rückt vielmehr mit ihrer Jahresbewegung in der Ekliptik fort und kommt dadurch an Einem Tage durchſchnittlich (wie ich nicht ohne Abſicht vorläufig ſage) etwann 1 Grad weiter öſtlich vom vorigen Sterne. Wenn alſo dieſer Fixſtern ſchon wieder

* Die dabei vorausgeſetzte Gleichförmigkeit der Sonnenbewegung darf für die wenigen Tage, namentlich in dieſen Stellen der Bahn, ohne weiteres zugegeben werden.

** „Wahre Sonnenzeit" iſt, wie ich, um den Begriff der Leſer gleich zu fixiren, hier nochmals wiederholen darf, diejenige, welche der, der wahren Sonne bei ihrem Tageslaufe folgende Schatten des Weiſers der Sonnenuhren zeigt, und wovon ſich die „mittlere," auf eine fingirte mittlere Sonne bezügliche, durch unſere Pendel- oder Taſchen-Uhren angegebene „Zeit" im wahren Mittage um denjenigen Betrag unterſcheidet, welchen ich in der dafür berechneten Tafel des Artikels Gleichung der Zeit, S. 658, nachgewieſen habe.

* Es iſt deßhalb auch in „Sonnenſtunde" und „Sonnentag" hierher verwieſen.

in den Meridian tritt und der Sterntag damit vorüber iſt, ſo ſteht die Sonne beiläufig noch um jenen 1° morgenwärts vom Meridian ab, und braucht daher (weil bei der ſcheinbaren Tagesbewegung von Morgen nach Abend 15° Bogen auf 1 Stunde Zeit kommen) auch noch etwann 4 Minuten Zeit, ehe auch ſie wieder culminirt; — und die „Sonnentage müſſen alſo „durchſchnittlich" 4 Minuten länger als die Sterntage ſeyn.

Nun finden ſich aber dieſe Sonnentage, wie ich gleich angedeutet und mich dieſerwegen anticipirend des Ausdruckes „durchſchnittlich" bedient habe, ſelbſt nicht von gleicher Länge untereinander, indem zunächſt das erwähnte Fortrücken der Sonne in der Ekliptik nicht jeden Tag gleich viel beträgt. Die Ungleichheit der wahren Sonnentage hat aber (vgl. Gleichung der Zeit, beſonders S. 659) außerdem noch eine zweite, und alſo eine doppelte Urſache. Erſtens nämlich iſt, wie geſagt, der Lauf der Sonne in der Ekliptik ſelbſt ungleichförmig: ſie rückt, welchen Umſtand ich erſt noch im kurz vorhergehenden, ſie betreffenden Artikel näher detaillirt habe, im Sommer täglich nur 57′, im Winter dagegen 61′ fort. Zweitens aber erfolgt dieſes Fortrücken nicht im Aequator, von welchem ſich in gleichen Zeiten auch gleiche Bögen durch den Meridian ſchieben, ſondern bevorwortetermaßen in der ſchief gegen jenen Kreis gelegenen Ekliptik, deren Richtung im Mittagkreiſe nur ſelten eben ſo genau oſtwärts geht, daher hieraus jene zweite Urſache der Verſchiedenheit der wahren Sonnentage unter einander erwächſt, indem der betreffende Bogen der Ekliptik erſt auf den Aequator reducirt werden muß, wobei die jedesmalige Lage beider Kreiſe gegen einander in Betracht kommt.

Man ſieht hieraus, daß die wahren Sonnentage (ſucceſſiven Rückkehren der Sonne in den Meridian) um die Zeit der Winterſonnenwende am längſten ſeyn müſſen, indem die Sonne dann nicht nur den angegebenen größten Bogen (oſtwärts) in ihrer Jahresbahn (Ekliptik) beſchreibt, und alſo um ſo viel mehr Zeit gebraucht, ehe ſie bei der Tagesbewegung den Meridian wieder erreicht, ſondern weil das Fortrücken in der Ekliptik zu dieſer Zeit auch faſt parallel mit dem Aequator erfolgt, daher die erwähnte Reduction auf den letzteren zugleich den größten Werth gewährt.* Unter dieſem Geſichtspuncte kann man alſo mit Recht ſagen, daß die Tage (nämlich die von einem Mittage zum andern gerechneten ganzen Zeiten; nicht das bloße Verweilen über dem Horizonte) in unſerem (der nördlichen Halbkugel) Winter länger ſind, als in unſerem Sommer und um die Nachtgleichen.

Mit der Länge dieſer ganzen „wahren Sonnentage" ändert ſich natürlich zugleich die Länge der Stunden, Minuten u. ſ. w. der wahren Sonnenzeit, und es können alſo, wie ich deßwegen gleich Eingangs hervorgehoben habe, unſere (Pendel- oder Taſchen-) Uhren, als mechaniſche Werkzeuge von gleichförmigem Gange, dieſe allaugenblickliche Veränderung, welcher angeführtermaßen nur der Schatten des Weiſers der Sonnenuhren** folgt, nicht angeben.

* Ich bitte die Leſer, zur Verſinnlichung einen gewöhnlichen Globus, auf welchem die Ekliptik mit verzeichnet zu ſeyn pflegt, vorzunehmen, und einen Bogen der letzteren in ihrem weiteſten Abſtande vom Aequator (in der „Sonnenwende") durch zwei Meridiane auf den letzteren zu bringen, ſo werden Sie ſogleich ſehen, wie viel größer der zwiſchen dieſen Meridianen enthaltene Aequatorsbogen als der entſprechende Bogen der Ekliptik iſt. Dieß gilt zwar, könnte man mir einwenden, nicht weniger für die Sommerſonnenwende; allein im Sommer beträgt, wie ich oben nachweiſe, das alltägliche Fortrücken der Sonne in der Jahresbahn (61 — 57 =) 4 volle Minuten weniger, um welche demnach der auf den Aequator zu reducirende Bogen der Ekliptik kleiner iſt. — Genauer findet ſich dieß Alles auseinandergeſetzt in dem ſchon citirten Artikel Gleichung der Zeit, beſonders wieder S. 659, und auf welchen ich freilich, wenigſtens zur Vervollſtändigung, verweiſen muß, wenn ich hier nicht zu weitläuftig werden ſoll.

** Um ſo mehr Aufmerkſamkeit verdient alſo die Erfindung von Sonnenuhren,

Um nun aber mit Beziehung auf den wahren Sonnenlauf dennoch ein gleichförmiges Zeitmaß darzuſtellen, hat man aus der ungleichen, bald längeren, bald kürzeren Dauer jener wahren Sonnentage, zweitens eine mittlere, eine durchſchnittliche Größe genommen, und dieſelbe den mittleren Sonnentag (Jour de temps moyen) genannt. Dieſe immer gleiche Zeitdauer, getheilt in 24 Stunden, die Stunde in 60 Minuten u. ſ. w., gibt Stunden, Minuten, Secunden der mittleren Sonnenzeit. Man ſtellt ſich hierbei eine, nicht weniger täglich in den Meridian tretende, erdichtete Sonne vor, welche man mit der wahren Sonne zugleich vom Frühlingspuncte (dem uns als ſolchen bekannten Anfangszählpuncte der Geſtirnsbewegung), und zwar dergeſtalt ausgehen läßt, daß, gleichwie letztere die Ekliptik mit ungleichförmiger, die erſtere dagegen den Aequator mit gleichförmiger Bewegung, aber in derſelben Zeit (Jahresfriſt) durchlauft, dem zu Folge beide nach Ablaufe des tropiſchen (auf den Frühlingspunct bezogenen) Jahres wieder in jenem Ausgangspuncte zuſammentreffen.* Die Dauer dieſes „tropiſchen" Sonnenjahres iſt aber (vergl. d. A.) 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 45 Secunden 30 Tertien; und wenn alſo die erdichtete (die mittlere, die „Aequa-

welche neben jener wahren zugleich die mittlere Zeit angeben. Die Beſchreibung einer ſolchen Sonnenuhr findet ſich aber in unſeres Leipziger Aſtronomen Jahn „Wöchentliche aſtronomiſche Unterhaltungen," Nr. 15, auf welche inſtructive Zeitſchrift ich die Aufmerkſamkeit der Leſer bei dieſer Veranlaſſung zugleich überhaupt richten will.

* Im Artikel Gleichung der Zeit, S. 656, haben wir mit andern Schriftſtellern vielmehr zwei fingirte Sonnen: nämlich neben der, in der Ekliptik ungleichförmig fortrückenden wahren eine dieſe letztere (die Ekliptik) eben ſo gleichförmig, als die obige den Aequator durchlaufende Sonne poſtulirt, und ſie beide mit der wahren (alſo zuſammen 3 Sonnen) gleichzeitig vom Frühlingspuncte ausgehen laſſen. Die (demnach mittlere) Länge jener in der Ekliptik gleichförmig fortrückenden (mittleren) Sonne iſt hierbei natürlich ſtets eben ſo groß, als die (mittlere) gerade Aufſteigung unſerer, nicht weniger gleichförmig bewegten Aequatorsſonne, welches mittelſt dieſer Fiction ebenfalls erhellt; die zweite Sonne hebt dann die durch die ungleiche Bewegung der wahren entſtehenden, und die dritte diejenige Ungleichheit auf, die aus der Neigung der Ekliptik gegen den Aequator erwächst. Nun können aber die wahre und mittlere Sonne (wie wir aus Gleichung der Bahn wiſſen) anders als in den Apſiden nie zuſammentreffen; damit alſo die obige Annahme ihres gleichzeitigen Ausganges vom Frühlingspuncte zuläßig würde, ſo müßte man auch das Zuſammenfallen dieſes Punctes mit dem einen oder dem andern Apogäum zugeben; — und dieß iſt es denn eben, was Lalande mit der, im citirten Art. Gleichung der Zeit, S.654, angeführten Stelle, „Astronomie." §. 965. ſagen will: „Pour combiner emsemble ces *deux* (nämlich die im Texte und auch eben angeführten) causes qui rendent inégaux les retours du Soleil au méridien, concevons un *Soleil moyen* et *uniforme* qui tourne dans *l'équateur* de manière a faire chaque jour 59′ 8″ (mittlere tägliche Bewegung der Sonne) et les 360° en même temps que le *Soleil vrai* par son mouvement propre, c. a. d. dans l'espace d'un an (tropique), et qui parte de l'équinoxe du printemps au moment où la longitude *moyenne* du Soleil est zéro; toutes les fois que ce Soleil moyen, tournant dans *l'équateur* arrivera au méridien, nous dirons qu'il est *midi moyen*. Ce mouvement moyen auroit pour époque primitive, le temps où l'apogée du Soleil étant d'accord avec le point équinoxial, le *Soleil vrai s'y est trouvé en même temps qua les deux Soleils fictifs.*" — Wie aber die Sache bei dieſer nicht Statt findenden Coincidenz aufgefaßt werden muß, das finden gelehrtere Leſer, für welche dieſe Anmerkung auch eigentlich nur ge-

torsſonne“) in dieſem Zeitraume den ganzen Aequator, d. h. deſſen 360°, mit gleichförmiger Bewegung durchlauft, ſo kommen, wie man durch Regel-de-tri findet,* auf 1 Tag 59′ 8″ 20‴ (Bogen des Aequators). Unſere erdichtete Sonne braucht alſo, um wieder in den Meridian zu kommen, über einen völligen Sterntag, noch ſo viel Sternzeit, als 59′ 8″ 20‴ (= 59′ 8,3″) nöthig haben, ſich durch den Aequator zu ſchieben, welches (da auf 15° eben 1 Sternſtunde, alſo auf 1° nur 4 Minuten, auf 1 Bogenminute 4 Zeitſecunden, auf 1 Bogenſecunde 4 Zeittertien kommen) 3 Minuten 56″ 33‴ Sternzeit austrägt. Demnach iſt der

mittlere Sonnentag** = 24^h 3′ 56″ 33‴ = 86636,5 Secunden Sternzeit.

Hieraus läßt ſich nun das Verhältniß zwiſchen der hier betrachteten mittleren „Sonnenzeit“ und der Sternzeit ableiten. Theilt man nämlich die 24 Stunden des mittleren Sonnen- ſowohl als des Sterntages reſp. in ihre Secunden (welche, da beide Tage ſelbſt ungleiche Dauer haben, alſo gegenſeitig auch ungleich ſind), und bezeichnet die erſteren (als die größeren) mit S, die (kleineren) letzteren aber mit s, ſo iſt

der mittlere Sonnentag = 86400 S (nämlich ſeiner Secunden)

und der Sterntag = 86400 s (wieder ſeiner Secunden);

und man hat, nach dem Voranſtehenden,

86400 S = 86636,5 s, daher

86164 S = 86400 s* = Sterntag.

Alſo iſt der

Sterntag = 86164 Secunden = 23 St. 56′ 4″ mittlerer Sonnenzeit,

der mittlere Sonnentag, wie oben, = 86636,5 Secunden = 24 St. 3′ 56″,5 Sternzeit,

die Sternſtunde = 0^h 59′ 50″,1 mittlerer Sonnenzeit, und

1 Stunde mittlerer Sonnenzeit = 1^h 0′ 9″,86 Sternzeit;

und ſomit das verlangte gegenſeitige Verhältniß beider Arten von Zeit nochmals in Einer Ueberſicht gegeben.

Da die 360° des Aequators, um ſich durch den Aequator zu ſchieben, einen Sterntag oder die voranſtehenden, demſelben gleichen 86164 Secunden mittlerer Sonnenzeit gebrauchen, ſo geht 1° des Aequators in $\left(\frac{86164}{360} =\right)$ 239,3 Secunden = 3 Minuten 59,3 Secunden ſolcher mittleren Sonnenzeit (= den — vergl. d. folgende Tafel — vorn nachgewieſenen 4 Minuten Sternzeit), 1 Aequators-Bogenminute in 3 Zeitſecunden 59 Tertien u. ſ. w. hindurch; und ferner gehen in

ſchrieben iſt, demnächſt wieder in Gleichung der Zeit, S. 656, wo auch dieſem möglichen Zweifel vollſtändig begegnet wird.

* Wenn mir die Leſer nachrechnen wollten, ſo hätten Sie alſo zu ſetzen:

365^d 5^h 48′ 45″ 30‴ : 360° = 1^d : geſuchten Bogen,

wobei freilich das erſte und dritte Glied der Proportion ganz in Tertien ausgedrückt werden müſſen, welches ich Ihnen nun anheim gebe. Ich glaube, richtig gerechnet zu haben.

** Der Sterntag iſt alſo, um den Leſern nunmehr nochmals Alles in Einer Ueberſicht vorzuführen, die Zeit der Rückkehr eines nämlichen Fixſterns in den Meridian, der wahre Sonnentag iſt dieſe Rückkehr der wahren, und der obige mittlere Sonnentag unſerer mittleren (fingirten) Sonne. — Unter Gleichung der Zeit endlich aber verſteht man den Zeitunterſchied zwiſchen den Culminationsmomenten der beiden Sonnen (das, was eine richtig gehende Pendel- oder Taſchenuhr mehr oder weniger als 12 in dem Augenblicke zeigt, da die Sonnenuhr eben Mittag angibt).

* Man ſetze 86400 = n, und 86636,3 = n′, ſo kommt oben nS = n′s, hieraus $s = \frac{n}{n'} S$, und ns = n. $\frac{n}{n'} S$, welches den obigen Werth gibt. — Die Leſer mögen mir nun, mit Subſtitution der numeriſchen Werthe von n und n′, wieder nachrechnen, ob ich vielleicht geirrt haben ſollte, welches ich jedoch kaum glaube.

24 Stunden *mittlerer Sonnenzeit* (ſtatt der auf 24 *Stern*ſtunden nur gerade kommenden 360°) 360° 59′ 8″, in 1 Stunde 15° 2′ 28″, in 1 Zeitminute 15 Bogenminuten 2″ 28‴, in 1 Secunde 15″ 2‴,5 des Aequators durch den Meridian. Hiernach kann man nun leicht berechnen, wie viel mittlere Sonnenzeit auf jeden Bogen des Aequators, und, umgekehrt, ein wie großer Bogen des Aequators auf einen jeden Betrag mittlerer Sonnenzeit kommt; man nennt dieß „mittlere Zeit in Bogen des Aequators," und umgekehrt, „Bogen des Aequators in mittlere Zeit *verwandeln*";* und alle Sammlungen aſtronomiſcher Tabellen, welche ich in den Händen tiefer gehender Leſer ohnedieß vorausſetzen muß, enthalten Tafeln zur Erleichterung dieſer „Verwandlung," daher ich hier nicht weiter dabei verweile. Dagegen genüge ich einem näheren und gewöhnlicher empfundenen Bedürfniſſe durch Beibringung der nachſtehenden ausführlichen

Tafel zur Reduction der Sternzeit auf mittlere Sonnenzeit.

Sternzeit.	Reduction auf mittlere ⊙Zeit. —	Sternzeit.	Reduction auf mittlere ⊙Zeit. —	Sternzeit.	Reduction auf mittlere ⊙Zeit. —
Stund.	Min. Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.
1	0 9,8	1	0,2	31	5,1
2	0 19,6	2	0,3	32	5,2
3	0 29,5	3	0,5	33	5,4
4	0 39,3	4	0,7	34	5,6
		5	0,8	35	5,7
5	0 49,1	6	1,0	36	5,9
6	0 59,0	7	1,1	37	6,1
7	1 8,8	8	1,3	38	6,2
8	1 18,6	9	1,5	39	6,4
		10	1,6	40	6,5
9	1 28,5	11	1,8	41	6,7
10	1 38,3	12	2,0	42	6,9
11	1 48,1	13	2,1	43	7,0
12	1 58,0	14	2,3	44	7,2
		15	2,5	45	7,4
13	2 7,8	16	2,6	46	7,5
14	2 17,6	17	2,8	47	7,7
15	2 27,4	18	2,9	48	7,9
16	2 37,3	19	3,1	49	8,0
		20	3,3	50	8,2
17	2 47,1	21	3,4	51	8,3
18	2 56,9	22	3,6	52	8,5
19	3 6,8	23	3,8	53	8,7
20	3 16,6	24	3,9	54	8,8
		25	4,1	55	9,0
21	3 26,4	26	4,3	56	9,2
22	3 36,2	27	4,4	57	9,3
23	3 46,1	28	4,6	58	9,5
24	3 55,9**	29	4,7	59	9,7
		30	4,9	60	9,8

* Dieſer Ausdruck iſt nicht mit dem gleich nachher, wiewohl in einem ähnlichen Sinne gebrauchten Ausdrucke der „Reduction" zu verwechſeln.

Sternzeit.	Reduction auf mittlere ☉Zeit. —	Sternzeit.	Reduction auf mittlere ☉Zeit. —
Sec.	Sec.	Sec.	Sec.
0	0,00	30	0,08
10	0,03	40	0,11
20	0,05	50	0,14
30	0,08	60	0,16

Beiſpiel zum Gebrauch.

Wie viel betragen in mittlerer Sonnenzeit
8 St. 14′ 36″,0 Sternzeit?

	Reduction.	
8 Stunden	— 1′ 18″,6	
14 Minuten	— 2″,3	= — 1′ 21″,0.
36 Secunden	— 0″,1	

alſo ſind 8 St. 14′ 36″ Sternz. = 8 St. 13′ 15″,0 mittl. Sonnenzeit.

Bei Reducirung der mittlern Sonnenzeit in Sternzeit hingegen wird ſtatt — das Zeichen + gebraucht. Bei mehreren ganzen Stunden werden aber alsdann einige Decimalſecunden fehlerhaft;*** bei den Minuten und Secunden findet ſich kein Unterſchied.

Nach der mittelſt dieſer Tafel alſo für jeden Betrag auf Sternzeit zu beziehenden „mittleren Sonnenzeit“ ſind nun, wie geſagt, unſere gewöhnlichen Pendel- und Taſchenuhren eingerichtet: ihr Zeiger (die vollkommene Genauigkeit ihres Ganges vorausgeſetzt) durchläuft während eines mittleren Sonnentages (2.12=) 24 mittlere Sonnenſtunden; und ſie müſſen, welche Bedingung eben ihre Richtigkeit alltäglich prüfen läßt, im Augenblicke des wahren, durch die Sonnenuhr markirten Mittages dasjenige, was die Gleichung der Zeit vorſchreibt, z. B. am 1ſten Januar (ſ. wieder dieſen A. Gleichung der Zeit, S. 658) (ſtatt gerade 12, vielmehr) 12 Uhr 3 Minuten 48 Secunden angeben.

Von dieſen „Uhren“ unterſcheiden ſich, wie ich mit Verweiſung wegen des Näheren auf den Artikel Uhren ſelbſt hier vorläufig noch anführen muß, die nach Sternzeit eingerichteten, und daher oft vorzugsweiſe „aſtronomiſche“ genannten Uhren, deren Weiſer dagegen Sternzeit (Sternſtunden) zeigt, d. h. da wir den Sterntag = 23 St. 56′ 4″ mittlerer Sonnenzeit gefunden haben, ſchon in dieſer Zeit, nämlich in der Zeit der Rückkehr eines nämlichen Fixſterns* in den Meridian, ſeinen (zweimaligen ganzen) Umlauf ausführt (ſeine 2 . 12 = 24 Sternſtunden macht)** und alſo alltäglich um

** Dieſe Tafel zeigt alſo z. B., daß von einem Sterntage (24 Sternſtunden) 3′ 55″,9 (wofür oben 3′ 56″ genommen worden ſind) abgezogen werden müſſen, um den (im Texte gegebenen) Betrag dieſer Sternzeit in mittlerer Sonnenzeit (24 Stunden — 3′ 56″ =) 23 Stunden 56 Minuten 4 Secunden zu erhalten.

*** Bei 24 Stunden iſt aber der Unterſchied, wie ſich aus dem vorigen ergibt, nur 0″,65.

* Statt „Rückkehr des Fixſterns“ finden die Leſer oft „Rückkehr des mittleren Punctes 0 ♈“ (Zeit der erſten Bewegung) geſagt. Wegen des Vorrückens der Nachtgleichen (ſ. d. A.) nämlich beſteht ein (äußerſt geringer) Unterſchied zwiſchen der Rückkehr jenes Punctes (der „Zeit der erſten Bewegung“) und eines Fixſterns (dem „Sterntage) in den Meridian. Die Uhr-Praxis ſieht davon natürlich ganz ab.

** Ich ſetze voraus, daß ſie ſo eingerichtet

(die oben nachgewieſenen) 3′ 56″* gegen mittlere „Sonnenzeit“ voreilt (am zweiten Mittage ſchon 2 . 3′ 56″ mehr als die gewöhnliche Pendeluhr zeigt, und derſelben alſo nach 1 Jahre von 365 Tagen um 365 . 3′ 56″ = 1440′ = 24 Stunden = dem vollen Tage, der vollen Einen Axendrehung der Erde voraus iſt, über welche ich mich in der Anmerkung erkläre. Eine ſolche aſtronomiſche Sternuhr, vorausgeſetzt, daß ſie im Augenblicke der Culmination des Frühlings- (Anfangszähl-) Punctes auf 0 (12) Uhr geſtellt iſt, gewährt, wie ich nebenbei bemerke, den großen Vortheil, zugleich die gerade Aufſteigung (ſ. Aufſteigung, gerade, S. 85) jedes nachher culminirenden Geſtirns anzugeben, indem man, da ſich die ganzen 360° der geraden Aufſteigung in 24 Sternſtunden durch den Meridian ſchieben, alſo gewiß iſt, daß die gerade Aufſteigung eines Geſtirns, welches z. B. um 1 Uhr nach dem Frühlingspuncte culminirt, ($^{360}/_{24}$ =) 15° beträgt.**

Die in den aſtronomiſchen Tafeln ohne weitere Bemerkung vorkommenden Zeitangaben beziehen ſich jedoch nicht auf letztere „Sternzeit,“ ſondern immer auf die von uns im gegenwärtigen Artikel betrachtete „mittlere Sonnenzeit,“ und zwar desjenigen Meridians, für welchen die Tafeln berechnet ſind, und müſſen daher, ſo oft es nöthig wird, erſt auf wahre oder auf Sternzeit reducirt werden. Von dieſer letzteren aber handle ich, wie ich ſchließlich bemerke, noch in einem eigenen Vortrage.

Sonntagsbuchſtabe, ſ. Kalender, S. 853, wo Näheres darüber vorkommt, daß man, vom 1ſten Januar anfangend, zu den 7 Wochentagen die 7 erſten Buchſtaben des Alphabets nach ihrer Folge ſchreibt (oder ſchrieb), und denjenigen dieſer Buchſtaben, welcher danach den Sonntag trifft, den „Sonntagsbuchſtaben“ nennt, dergeſtalt daß z. B. ein mit einem Sonntage (als 1ſten Januar) anhebendes Jahr auch den Sonntagsbuchſtaben A hat.

Sphaera armillaris iſt nichts als der lateiniſche Name der Ringkugel, über welche dieſer eigene Artikel ausführlich handelt.

Sphäre, Himmelskugel, Weltkugel; Sphaera coelestis; *Sphère*, Sphère du monde. Den Namen der „Sphäre,“ der im Griechiſchen eine Kugel überhaupt bedeutet, gibt man in der Aſtronomie dem blauen Himmelsgewölbe, welches uns zu umgeben ſcheint, und von welchem bereits bei dem Worte Himmel gehandelt worden iſt. Wenn man alle Geſichtsbetrüge (vergl. d. A.), z. B. die anſcheinende Verflachung dieſes Gewölbes in der Scheitelgegend, welche ſich in den Anblick dieſes ſcheinbaren „Gewölbes“ einmiſchen, entfernt, ſo ſtellt ſich daſſelbe als eine Kugel („Himmelshohlkugel,“ wie ich mich ſo oft ausgedrückt habe) dar, in deren Mittelpuncte das Auge ſteht, deren untere Hälfte durch den Horizont, oder vielmehr durch die Erdfläche verdeckt wird, und welche ſich mit allen, an ihrer Innerfläche befindlichen, gleichſam angehefteten Geſtirnen binnen 24 Stunden um eine feſtbleibende Axe drehet. Von dieſer Kugelgeſtalt erhält ſowohl die ſcheinbare Himmelswölbung ſelbſt, als auch ihre Nachbildung im kleinen (Himmelskugel, „künſtliche,“ ſ. d. A.) den Namen der Sphäre; und man bildet ſich daran verſchiedene Puncte und Kreiſe (Pole, Aequator u. ſ. w.) ein, welche im angeführten Artikel nachgewieſen werden.

iſt; ſie könnte ſonſt, vergl. d. Folgende, auch gleich von 0 bis 24 getheilt ſeyn.

* Dieſe 3′ 56″ entſprechen etwann dem 1 Grade, welchen die rotirende Erdkugel täglich über 360° zurücklegen muß, um den (wahren) Sonnentag vollſtändig zu haben, ſo daß ſie alſo nach Verfluſſe des Jahres diejenige ganze Umwälzung, deren in unſerem Werke öfter Erwähnung geſchehen iſt, mehr, nämlich in 365 Sonnentagen wirklich 366 ganze Umwälzungen (Axendrehungen) gemacht hat.

** Lalande, „Astronomie.“ §. 958. „L’horloge réglée sur les étoiles fixes ou (ſ. vorn) sur le „premier mobile,“ marquant 0h 0′ 0″ au moment où l’équinoxe du printemps passe au méridien, indique *l’ascension droite* de chaque astre qui passe après au méridien.“

Dieß iſt der allgemeine aſtronomiſche Begriff; im beſondern iſt der Name Sphäre aber in der mathematiſchen Geographie üblich, wenn die verſchiedenen Lagen der Himmelskugel und jener an ihr gedachten Puncte und Kreiſe gegen die verſchiedenen Puncte (Orte) der Erdkugel betrachtet werden. Man unterſucht hierbei, wie ſich die Himmelsanſicht für den Erdbewohner geſtalte, nachdem derſelbe den Aequator, die Pole, oder einen zwiſchen dieſen beiden liegenden Ort der Erdoberfläche einnimmt: und in dieſer Hinſicht unterſcheidet man die gerade, parallele und ſchiefe „Sphäre," Ausdrücke, zu deren näherer Erklärung ich nunmehr übergehe.

Die gerade Sphäre (Sphaera recta: *Sphère droite*), Tafel XVI, Fig. 1, iſt diejenige Lage der Erd- gegen die Himmelskugel, derjenige Standpunct des Bewohners der Erdkugel auf dieſer, wobei die Pole P und S (der Erde wie des Himmels) in den Horizont des bezüglichen Erdortes fallen, und der Aequator AQ durch das Zenith und Nadir geht (rechte Winkel mit dem Horizonte macht). Für dieſe Stellung iſt alſo PCS zugleich der (wahre) Horizont,* A das Zenith und Q das Nadir. Denkt man ſich die Erde im Mittelpuncte der „Sphäre," ſo ſteht das, alsdann dem Beobachtungsorte entſprechende Zenith A gerade über dem betreffenden Puncte im Erdäquator. Hieraus folgt, daß die Himmelskugel nur denjenigen Orten der Erdkugeloberfläche als „gerade Sphäre" erſcheinen kann, welche im Aequator der Erde ſelbſt liegen, und deren geographiſche Breite alſo = 0 iſt; man ſagt von einem ſo geſtellten Beobachter, „er habe gerade Sphäre (Sphaeram rectam)."

In der „geraden Sphäre" ſchneidet nicht nur der Aequator AQ den Horizont PCS in der angegebenen Art unter rechten Winkeln, ſondern es gilt dieß auch von allen ſeinen Parallelkreiſen GF, KJ; dieſe Parallelkreiſe ſind aber die Tagkreiſe der Sonne und der ſämmtlichen übrigen Geſtirne, und es gehen daher hier alle Geſtirne unter rechten Winkeln, d. h. „gerade," auf und unter, weßhalb dieſe Sphäre eben die „gerade" (recta), und der (vom voraufgehend angenommenen Frühlingspuncte ab gerechnete) Bogen des Aequators, deſſen (anderer) Endpunct mit einem Geſtirne zugleich aufgeht, dieſes Geſtirns „gerade" Aufſteigung (ſ. d. A.) „Ascensio *recta*" heißt.

Aus demſelben Grunde werden der Aequator und alle dieſe mit ihm parallelen Tagkreiſe vom Horizonte (von der in der Anmerkung bezeichneten Horizontalfläche) PCS in gleiche Hälften zerſchnitten (halbirt), deren eine über, die andere unter demſelben ſteht, daher in der „geraden Sphäre" jedes Geſtirn eben ſo 12 Stunden über als 12 Stunden unter dem Horizonte iſt; — und da dieß namentlich von der Sonne gilt, ſo folgt, daß in dieſer Lage der Erdkugel gegen die Sphäre Tag und Nacht beſtändig gleich ſind (daß für diejenigen Bewohner der Erdkugel, welche „Sphaeram rectam" haben, d. h. alſo für die Bewohner des Aequators* auch eine beſtändige Gleichheit von Tag und Nacht Statt findet). Man ſieht ferner, daß bei gerader Sphäre binnen 24 Stunden alle an der Himmelskugel überhaupt ſichtbaren Geſtirne zum Anblicke kommen müſſen, weil es keins derſelben geben kann, welches für den ſo ſtehenden Beobachter immer unter dem Horizonte bliebe, und daß ſogar Sterne,** die

* Die dergeſtalt durchſchnittene Erdkugel, daß der (Himmels-) Aequator auf der Durchſchnittsfläche ſenkrecht ſteht, — gewährt (vergl. die folgende Anmerk.) die beſte Vorſtellung von „*Sphaera recta*:" dieſe Fläche iſt dann die, die Axe enthaltende Horizontalfläche, und in deren Umfange alſo die Erdpole liegen. — Man muß aber hierbei nicht vergeſſen, daß der Schnitt, wenn er nur durch die Axe geht (dieſelbe enthält), ſonſt in jeder Richtung geführt werden kann, wobei zwar immer eine andere Horizontalfläche entſteht, denen allen aber doch die obigen Bedingungen gemein ſind. — Einige Anſtrengung der Einbildungskraft wird gleich deutlich machen, was ich hiermit eigentlich ſagen will.

* Streng genommen (vergl. unten) aber auch nur für ihn als Kreislinie.

** Fixſterne; — denn für andere Ge-

die Polpuncte ſelbſt einnähmen, doch wenigſtens ſtreng im Horizonte erblickt werden würden.* Auch ergibt ſich, daß Geſtirne, die zugleich aufgehen (zugleich in den Horizont treten, an wie verſchiedenen Stellen deſſelben dieß übrigens geſchehe), hier nicht weniger den Meridian zugleich mit einander erreichen und zugleich untergehen.**

Die Sonne, indem ſie alljährlich die Ekliptik (ſ. d. A.), d. h. den „ſchiefen Kreis" KCF, zwiſchen GF und KJ, die hierbei die Wendekreiſe vorſtellen, durchläuft, kommt danach auch alljährlich zweimal ſo zu ſtehen, daß ſie das Zenith A desjenigen Beobachters, welcher „gerade Sphäre" hat, einnimmt; dieß geſchieht, dem Angeführten gemäß, wenn ſie den Aequator erreicht und dieſer ſelbſt ihr Tagekreis wird, alſo um den 21ſten März und 23ſten September. In den Zwiſchenzeiten behält ſie für dieſe Sphaera recta ein halbes Jahr lang nördlichen, und genau eben ſo lange ſüdlichen Zenithabſtand; erſterer erreicht ſein, der Schiefe der Ekliptik gleiches Maximum von 23½°, wenn die Sonne um den 21ſten Juni den nördlichſten Tagekreis: den Wendekreis des Krebſes GF, beſchreibt; letzteres erfolgt im Wendekreiſe des Steinbocks KJ. Wollte man hiernach in Bezug auf den Aequator, als diejenige Stelle der Erdoberfläche, welcher „gerade Sphäre" entſpricht, an Jahreszeiten denken, und den Sommer durch den geringſten, den Winter aber durch den größten Zenithabſtand der Sonne charakteriſiren, ſo würden ſich für dort zwei Sommer und eben ſo zwei Winter ergeben; — und mit der Andeutung dieſes Umſtandes beſchließe ich die Betrachtung der „Sphaera recta."

Die parallele Sphäre (Sphaera parallela; *Sphère parallèle*) dagegen iſt diejenige Stellung der Erd- zur Himmelskugel, für die, Tafel XVI. Fig. 2, die Pole P und S, reſpective das Zenith und Nadir abgeben, der (wahre) Horizont aber mit dem Aequator, in welchem man ſich hier die Erdkugel durchſchnitten denken mag, coincidirt. Dieſe Bedingungen ſchränken die Erſcheinung der Himmelskugel als „Sphaera parallela," alſo auf die beiden bloßen Polpuncte* ein.

In dieſer Stellung des Beobachters gegen die Himmelskugel erſcheinen ihm die Tagkreiſe aller Geſtirne als Parallelen des Horizonts AQ, woher eben der Name „parallele Sphäre" rührt; und es findet demnach für dieſe Sphäre ein täglicher Auf- oder Untergang der Geſtirne in unſerem Sinne gar nicht Statt**: jedes in der bezüglichen Halbkugel einmal ſichtbare Geſtirn beſchreibt bei der Tagesbewegung einen dem Aequator parallelen, und alſo ganz über dem Horizonte bleibenden Tagkreis; von den Fixſternen gilt dieß für immer, von den übrigen Geſtirnen aber ſo lange

ſtirne könnte, wie ich, um einer Einwendung zu begegnen, bevorworte, wofern die Möglichkeit in den Pol zu treten überhaupt vorhanden wäre, die Parallaxe eine Aenderung bewirken. — Ich bitte, mit Bezug auf die vorige Anmerkung, immer daran zu denken, daß ich die Erdkugel in der Axe durchſchnitten annehme, und daß die wirkliche Beobachtung dagegen auf der Erdoberfläche erfolgt, aus welchem Umſtande hierbei nur für „Fixſterne" kein Unterſchied hervorgeht.

** Die Zuhülfenahme eines ſo geſtellten Globus, daß der Aequator auf dem Globusrande (dem Horizonte) ſenkrecht iſt, und die Pole alſo in dieſen Rand fallen, unterſtützt hierbei die Einbildungskraft, wenn die obige Darſtellung nicht ausreicht, noch anderweit.

* Gleichwie der vorher entwickelte Begriff der „Sphaera recta," bevorwortetermaßen, ſtreng nur für die bloße Linie (Peripherie) des Aequators gilt. „Sphaera recta" und „Sphaera parallela" bezeichnen alſo eigentlich nichts als äußerſte Grenzen, welche zwiſchen ſich ſonſt überall „Sphaeram obliquam" enthalten.

** Man müßte denn das Herauftreten der Sonne über den alſo den Horizont abgebenden Aequator, womit von da an ihre nunmehrige 6monatliche Sichtbarkeit für den betreffenden Pol beginnt, einen Auf-, und ihr nachheriges Wiederhinabſinken unter den Aequator einen Untergang nennen wollen.

als dieſelben, nachdem von dem Nord- oder Südpole die Rede iſt, reſp. nördliche oder ſüdliche Abweichung behalten.

Der Beobachter, welcher „Sphaeram parallelam“ hat, ſieht alſo auch nur diejenigen Firſterne, welche an der betreffenden Himmelshalbkugel ſtehen: der Nordpol nur die nördlichen, der Südpol nur die ſüdlichen; — von den der andern Halbkugel angehörigen Firſternen kann nie einer über ſeinen Horizont heraufkommen.

Auch von der Ekliptik KCF iſt hier immer nur eben dieſelbe Hälfte ſichtbar*: dem Nordpole der Erde die nördliche, wie CF dieſe Hälfte vorſtellt, dem Südpole die ſüdliche CK. So lange ſich die Sonne in der ſichtbaren Hälfte aufhält, bleibt alſo auch ſie ununterbrochen ſichtbar, und in der unſichtbaren dagegen eben ſo unſichtbar. Daher dauert für die „parallele Sphäre“ der Tag ſowohl als die Nacht ein volles halbes Jahr.

Die ſchiefe Sphäre (Sphaera obliqua; *Sphère oblique*) endlich begreift alle übrigen Stellungen der Erdkugel gegen die Himmelskugel, bei welcher der eine Pol über dem Horizonte mehr oder weniger erhaben, und der andere unter demſelben verborgen iſt, der Aequator aber vom Horizonte ſchief durchſchnitten und von demſelben nur als größter Kreis (vom größten Kreiſe) zugleich halbirt wird, wogegen die Parallelen (als kleinere Kreiſe) hierbei in ungleiche Hälften zerfallen.** Daher gehen dem Beobachter, welcher ſeinen Standpunct auf der Erdkugel-Oberfläche irgendwo zwiſchen dem Pole und dem Aequator, und daher „Sphaeram *obliquam*“ hat, auch alle Geſtirne ſchief auf und unter; und nur die im Aequator ſelbſt befindlichen ſind wegen der angegebenen alleinigen Halbirung deſſelben durch den Horizont auch gleich lange ſicht- und unſichtbar. Was die übrigen, alſo ungleich getheilten Tagkreiſe (Parallelen) anbetrifft, ſo fällt von denjenigen, welche gegen den ſichtbaren Pol heraufwärts liegen, die größere, von den gegen den unſichtbaren Pol herabwärts liegenden aber die kleinere Hälfte über den Horizont; und es ſind daher bei der Tagsbewegung des Himmels den Orten der nördlichen Halbkugel die nördlichen, und der ſüdlichen Halbkugel die ſüdlichen Geſtirne längere Zeit ſicht- als unſichtbar. Nahe am erhabenen Pole gibt es aber Tagkreiſe, welche ganz über dem Horizonte, gleichwie am entgegengeſetzten Pole ſolche, welche ganz unter dem Horizonte liegen, und dieß iſt der Grund, aus dem für die „ſchiefe Sphäre“ (für Beobachter, die „Sphaeram obliquam“ haben) manche Geſtirne (Circumpolarſterne, ſ. d. Art.) gar nicht unter oder gar nicht aufgehen.

Die Sonne kann, zufolge des Angeführten für die ſchiefe Sphäre, nur zweimal im Jahre, nämlich an den Aequinoctialtagen, den 21ſten März und 23ſten September, wo ſie den Aequator ſelbſt beſchreibt, gleich lange ſicht- und unſichtbar ſeyn, woraus die Gleichheit von Tag und Nacht an dieſen Tagen folgt. In demjenigen Halbjahre, in welchem die Sonne von da ab dem ſichtbaren Pole näher rückt, ſind dann die Tage dort länger als die Nächte, im andern hingegen umgekehrt die Nächte länger als die Tage; die längſten und kürzeſten Tage fallen hiernach in die Zeitpuncte der Sonnenwenden (vgl. d. A.), den 21ſten Juni und 21ſten December, wo die Sonne dem einen oder dem andern Pole am nächſten ſteht.*

* Man kann ſich die Vorſtellung hiervon wieder ſehr erleichtern, wenn man einen Erdglobus ſo ſtellt, daß der Aequator in den Globusrand fällt (folglich den Horizont abgibt), und alſo der eine oder der andere Pol zum höchſten Puncte über der Randfläche wird.

** Die Anwendung der künſtlichen Erdkugel, bei welcher man den einen oder den andern Pol bis zu beliebigen Höhen über den Globusrand erheben und damit wechſeln kann, verſinnlichet auch das Verhältniß der ſchiefen Sphäre. Mit einer bloßen Figur wird für dieſen verwickelteren Fall nicht viel ausgerichtet.

* Auf das Detail einiger, dabei für die heiße Zone zu beiden Seiten des

Iſt die Schiefheit der Sphäre ſo groß, daß die Tagkreiſe, in welche die Sonne kommt, ganz über oder unter dem betreffenden Horizonte ſtehen, welches nur geſchieht, wenn der Beobachtungsort in den Polarkreiſen oder innerhalb derſelben liegt; ſo geht, um die Zeit der einen Sonnenwende, die Sonne daſelbſt während einer gewiſſen Friſt gar nicht unter, und zur Zeit der andern gar nicht auf, dergeſtalt, daß dann dort Tag oder Nacht perpetuirlich ſind und deſto länger dauern, je näher der Ort dem Pole liegt, in welchem ſelbſt die „ſchiefe Sphäre" ſodann in die parallele übergeht.

Ich könnte noch mehrere ſolche Einzelheiten von jeder der drei „Sphären" beibringen; allein das Angeführte, als das Hauptſächlichſte, mag genügen. Daſſelbe enthält zugleich einen ſolchen Abriß der ganzen mathematiſchen Geographie, wie er ſich für die unſerem Werke geſteckten Gränzen ſchickt; Weiteres können nur die der genannten Disciplin eigens gewidmeten Bücher gewähren. Unter dieſen zeichne iſt für Leſer, welche ſich nicht in zu viele Rechnung vertiefen wollen, aus: Bode's, des verewigten Berliner Hof-Aſtronomen, ſchon mehrfach citirte „Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel." 2. Aufl. Berlin, 1803. gr. 8., womit man Walch's „Ausführliche mathematiſche Geographie." Göttingen. 1783. 8. und Mädler's „Leitfaden der mathematiſchen Geograph." Stuttgart. 1843. 8. verbinden kann. Tiefere analytiſche Unterſuchungen enthält dagegen Schmidt's „Lehrbuch der mathematiſchen Geograph." Göttingen. 1829. 2 B. gr. 8., und mit der Namhaftmachung auch dieſer gelehrteren Schrift beſchließe ich denn meinen Vortrag über „Sphäre."

Sphärik; Sphaerica; *Science de la sphère.* Man verſteht darunter zunächſt den Inbegriff der die Kugel betreffenden Lehrſätze, wovon ich das für uns Nöthigſte in dieſem Artikel ſelbſt beigebracht habe. Zuweilen wird aber auch die Behandlung der Kugeldreiecke, welche man ſonſt in die ſphäriſche Trigonometrie verweiſt, dahin gezogen; in unſerem Werke iſt dem „Kugeldreiecke" ein eigener Vortrag gewidmet, und ich komme auch in Trigonometrie (ſphäriſche) nochmals darauf zurück.

Sphäriſcher Exceß; Excessus sphaericus; *Excès sphérique.* Die Summe der drei Winkel eines ſphäriſchen Dreiecks iſt bekanntlich immer größer als 180°: dieſen Ueberſchuß nennt man den „ſphäriſchen Exceß," und wir haben namentlich Anwendung davon gemacht im Art. Entfernung, S. 312.

Sphäriſches Dreieck oder Kugeldreieck, ſ. d. letzteren Art.

Sphäroid; Sphaeroides; *Sphéroide.* Dieſen Namen gibt die Geometrie denjenigen Körpern, welche aus der Umdrehung einer halben Ellipſe* um die Axe entſtehen, und wovon ich unter dieſem geometriſchen Geſichtspuncte ſchon im Vortrage über Ellipſe mit gehandelt habe. Drehet ſich dabei die halbe Ellipſe um die kleine Axe, ſo entſteht das abgeplattete Sphäroid, welches in unſerer Wiſſenſchaft der Aſtronomie eine ſo überaus wichtige Rolle ſpielt, indem ſämmtliche, einer Axendrehung

nachgewieſenermaßen nur in ſeinem Umfange ſelbſt „Sphaeram *rectam*" bedingenden Aequators Statt findenden Eigenthümlichkeiten kann ich hier nicht weiter eingehen; man findet daſſelbe in den, zu Schluſſe des gegenwärtigen Artikels namhaft gemachten, der mathematiſchen Geographie beſonders gewidmeten Werken. Der Hauptcharakter der „ſchiefen Sphäre," im Vergleiche zur „geraden" und „parallelen," worauf es mir nur ankommen konnte, iſt im Texte hinreichend hervorgehoben.

* Da die „erzeugende" Curve alſo eine Ellipſe iſt, ſo hat man daher die ſolchergeſtalt entſtehenden Körper, ſtatt „Sphäroid," auch „Ellipſoid" oder „Elliptoid" benannt. Allein „Sphäroid" iſt ſprachrichtiger, gleichwie man paraboliſches und hyperboliſches Konoid und nicht „Paraboloid" (obwohl wir uns ſelbſt ſo ausgedrückt haben) und „Hyperboloid" ſagen ſollte (Molweide in ſeiner Fortſetzung von Klügel's „mathemat. Wrtrb. im betr. Art.).

(Rotation, vergl. beide Art.) unterworfene Weltkörper, namentlich der Planet Erde ſelbſt, durch den Einfluß dieſer Drehung die Geſtalt eines ſolchen „abgeplatteten Sphäroids“ angenommen haben, wie ſich der Art. Abplattung ausführlich darüber erklärt. Freilich war nach den dort beigebrachten Auseinanderſetzungen der Erdkörper, um bei dieſem Planeten als Beiſpiel ſtehen zu bleiben, erſt eine wirkliche Kugel, und von welcher alſo vielmehr der Kreis die „erzeugende Curve“ abgibt; allein eben die Rotation verwandelte dieſe Kugel nachher in ein dergleichen „abgeplattetes Sphäroid,“ deſſen Entſtehungsweiſe aus der Umdrehung einer Ellipſe um die kleine Axe wir eben nachgewieſen haben; die ſich drehende Curve iſt hier der elliptiſche Meridian, und die kleine Axe, um welche die Drehung erfolgt, der Polardurchmeſſer; der bloße Anblick der 3ten Figur auf Tafel XVI, wo MSM′P den ſich um den Polardurchmeſſer PS drehenden elliptiſchen Meridian bezeichnet, macht die Sache ganz augenſcheinlich, und ich brauche für uns Nichts weiter darüber hinzuzufügen.

Tiefere analytiſche, das „Sphäroid“ betreffende Unterſuchungen gewährt aber, wie ich ſchließlich bemerke, der Artikel Sphäroid im citirten „Mathemat. Wrtrbch.“ Von Klügel u. Molweide (beendet durch Grunert). Lpzg. 1820. 7 Bände gr. 8.

Spiegel; Specula; *Miroirs.* Allgemein alle glatten, undurchſichtigen und das Licht daher ſo zurückwerfenden Flächen, daß man in ihnen Bilder der vorliegenden Gegenſtände erblickt; im engeren Sinne unſere allgemein bekannten ebenen Spiegel von foliirtem Glaſe, oder die bei den Spiegel-Teleſkopen in vorzügliche Anwendung kommenden Hohlſpiegel von Metall, meiſtens von ſphäriſcher, ſeltener von paraboliſcher Concavität. Von ſolchen Spiegeln habe ich aber ſchon in den beſondern Artikeln Hohlſpiegel und paraboliſche Spiegel gehandelt, und komme in Spiegel-Teleſkop darauf zurück, daher mir hier nur der ebene Spiegel, von dem die Aſtronomie zuweilen (z. B. beim Spiegel-Quadranten — ſ. d. A. — oder zur Mitanwendung beim eben erwähnten Spiegel-Teleſkop u. ſ. w.) auch Gebrauch macht, zu betrachten bleibt.* Hinſichtlich dieſes letzteren iſt jedoch unter unſerem Geſichtspuncte ebenfalls nur hervorzuheben, daß die auf denſelben fallenden Lichtſtrahlen nach dem Geſetze der Zurückſtrahlung (ſ. Zurückwerfung) unter demſelben Winkel, unter welchem ſie aufgefallen ſind, reflectirt werden. Mit Bezug auf dieſes Geſetz werden wir den ebenen Spiegel, wie geſagt, in den namhaft gemachten Artikeln angewendet finden, auf welche ich daher ſchließlich verweiſe.

Spiegel-„Quadrant,“ reflectirender,** auch Hadley'ſcher Quadrant; Octans; *Octant.*** Ein zur Ausmeſſung der Höhen der Himmelskörper über dem Horizonte, namentlich auf der See dienendes Inſtrument (und zwar das beſte*** dieſer Art), deſſen ich vorläufig ſchon in Schifffahrtskunde, mit Verweiſung wegen des De-

* Es gibt zwar auch Convex-Spiegel; da man aber in der Aſtronomie keine weitere Anwendung davon macht (ich finde ſie nur in der früheren Geſchichte der Spiegel-Teleſkope angeführt), ſo darf ich ihrer hier auch nicht näher erwähnen.

** Es könnte ſogleich auffallen, daß ich hier „Quadrant“ und „Octans“ einander gegenüberſetze; allein der Gradbogen des zu betrachtenden Inſtruments faßt zwar wirklich nur 45° (iſt wirklich nur ein „Octant“), jene 45° erhalten aber, wie die Erläuterungen im Texte zeigen werden, durch Mitanwendung ebener Spiegel (ſ. d. A.) den doppelten Werth von 90°, ſo daß dieſer Hadley'ſche Octant in der That als Quadrant dient.

*** Es ſind zwar in der neueſten Zeit mehrere andere Einrichtungen zu Reflexions-Inſtrumenten, z. B. namentlich der Prismenkreis des Profeſſors Steinheil, gemacht worden; in der Hand des daran gewöhnten Beobachters könnte aber der „Hadley'ſche reflectirende Spiegel-Quadrant“ leicht fortfahren, das ihm oben beigelegte Epitheton des „beſten“ dieſer Inſtrumente zu verdienen.

tails auf den gegenwärtigen beſondern Artikel, erwähnt habe. Der „*Hadleyſche*" heißt dieſer Quadrant (Octant) nach ſeinem Erfinder *Hadley*,* und der „*reflectirende*" eben von dem dabei gemachten Gebrauche *ebener Spiegel* (vgl. den vorangehenden A. *Spiegel*), welche (wie ich l. c. anticipire) die Lichtſtrahlen unter demſelben Winkel, unter dem dieſelben aufgefallen ſind, auch wieder „*reflectiren*." Von dieſer Eigenſchaft der Planſpiegel muß ich bei unſeren Betrachtungen ausgehen.

Seyen alſo, Tafel XVI, Fig. 4, DE und CB zwei ſolche Planſpiegel, ſo wird zunächſt ein nach der beſtimmten Richtung OK in K auf den Spiegel DE fallender Lichtſtrahl dergeſtalt reflectirt, daß ſein neuer Weg (der *reflectirte* Strahl) KA mit dieſer Spiegelfläche einen dem *Einfallswinkel* OKE gleichen *Reflexionswinkel* AKD macht. Es iſt dieß eben die in Rede ſtehende, durch die Erfahrung conſtatirte Eigenſchaft der Planſpiegel, über welche ich mich aber in *theoretiſche* Erörterungen nun nicht weiter einlaſſe.

Fällt dieſer ſolchergeſtalt reflectirte Strahl KA unterweges in alſo gleich beſtimmter Richtung ſodann auf einen zweiten Spiegel** BC, ſo wird er abermals nach dem nämlichen Geſetze der Zurückſtrahlung, nämlich wieder dergeſtalt reflectirt, daß ſich der Reflexionswinkel SAB dem Einfallswinkel KAC gleich zeigt, wodurch der reflectirte Strahl in die Richtung AS gelenkt wird.

Nehmen wir jetzt an, es werde dieſer zweite Spiegel BC, um den Punct A etwas, z. B. um die Winkelgröße BAF, gedrehet, daß er in die neue Lage FG komme, ſo muß, da dieſer neuen Lage gemäß der *nunmehrige Einfalls*winkel KAG des Strahles KA (ein *anderer*, *hier* z. B.) um GAC *kleiner* wird, bevorwortetermaßen demnächſt auch der *Reflexions*winkel SAB (wieder ein anderer, *hier*) um BAF (=GAC) *kleiner** werden, und der reflectirte Strahl kann nicht die frühere Richtung AS behalten, ſondern erlangt gleichfalls eine entſprechende *andere*, mit jener erſteren den Winkel SAS' einſchließende Richtung AS'; *dieſer Winkel SAS' iſt aber genau doppelt ſo groß, als der obige Winkel BAF (= GAC), welchen die jetzige Stellung FG des (zweiten) Spiegels mit ſeiner früheren BC macht.*

Der zwiſchen dem einfallenden Strahle KA und dem reflectirten AS enthaltene Winkel KAS nämlich iſt offenbar *immer* = 180° weniger der *Summe* des Einfalls- *und* Reflexionswinkels, oder, da letztere beide einander gleich ſind, weniger dem *doppelten Einfallswinkel*, und wenn dieſer Einfallswinkel alſo durch eine Drehung des Spiegels um ein gewiſſes Maß *kleiner* oder, wie ich nun allgemeiner ſagen darf, überhaupt nur ein *anderer*, alſo entgegengeſetzten Falles auch *größer* wird, ſo muß der zwiſchen dem einfallenden und reflectirten Strahle enthaltene Winkel KAS um das *Doppelte* ab- oder zunehmen, d. h. die ihm in Gemäßheit der Spiegeldrehung widerfahrende Veränderung beträgt *das Doppelte der Veränderung* GAC des Einfallswinkels KAC.**

* **Hadley (John)**, Vicepräſident der Königlichen Societät zu London, als welcher er die Erfindung dieſes ſchönen Inſtruments 1731 machte. Nicht zu verwechſeln mit *Halley* (Edmund), dem uns vielfach bekannt gewordenen Brittiſchen Aſtronomen, Zeitgenoſſen Newtons und Berechner des „Halley'ſchen" *Kometen* (ſ. d. A. S. 937).

** Eine *parallele* Lage dieſes zweiten Spiegels gegen den erſteren, wovon *hernach* die Rede iſt, wird, wie ich, um einem Bedenken vorzubeugen, bevorworte, *hier* noch *nicht* bedingt.

* Die folgende Anmerkung macht dieß deutlicher. *Augenblicklich vergrößert* ſich in der Figur der *Reflexions*winkel SAB durch die Spiegeldrehung ſogar um BAF; aber der reflectirte Strahl AS neigt ſich auch zugleich um das *Doppelte* in die neue Lage AS'; daher *letztlich* Reflexions- und Einfallswinkel doch wieder *gleich*, und *dieſer* um BAF wie *jener* um das eben ſo große GAC geringer geworden ſind.

** Der *Reflexions*winkel SAB war in der *urſprünglichen* Lage BC des Spiegels = dem Winkel KAC; durch

Wenn alſo, umgekehrt, ein in O gedachter Beobachter nach der Richtung der Geraden KO vermittelſt der beiden Spiegel BC und DE, und der Reflexionen, welche der Strahl SA ſucceſſiv in denſelben erleidet, ein Object S erblickt, ſo kann er dieſes, dagegen nach S′ verſetzte (geſtiegene; wir werden gleich ſehen, weßhalb ich ſo ſage) Object bei unverändertem Stande des erſten Spiegels DE in der nämlichen Richtung nicht mehr wahrnehmen, wofern er nicht dagegen den andern Spiegel BC um eine Winkelgröße BAF verrückt (gedrehet) hat, welche der Hälfte des, zwiſchen der früheren und nunmehrigen ſpäteren Stellung des Objects S enthaltenen Winkels SAS′ gleich iſt. — Dieß gibt die Grundidee des Hadley'ſchen Spiegel-Quadranten ab, zu deſſen Beſchreibung und zu deſſen Anwendung, ſo wie ſie auf jenem Princip begründet iſt, ich nunmehr übergehe. Anticipirend muß ich nur gleich noch bemerken, daß man das Inſtrument frei in der Hand halten und ſo damit operiren will, daher daſſelbe von leichtem Material: das Geſtell meiſtens von Holz, der Gradbogen von Elfenbein, angefertiget wird.

BC nämlich (Fig. 5. Tafel XVI.) iſt ein halber Quadrat, ein 45° enthaltender, aber (vergl. hinten) gleichwohl in 90 Theile getheilter, aus A, als Mittelpunct, beſchriebener Kreisbogen. In jenem Mittelpuncte A und perpendicular auf der Ebene des Inſtruments befindet ſich ein, an der Alhidade (ſ. d. Art.) AD befeſtigter und mit ihr um A drehbarer Planſpiegel. In einiger Entfernung von A iſt, wieder perpendicular auf der Ebene des Inſtruments, an der Seite AB ein zweiter Planſpiegel K angebracht, deſſen Glas aber nur an der, jener Seite nächſten Hälfte (von oben herunter) mit Folie belegt, und ſonſt frei iſt, dergeſtalt, daß man durch dieſe nicht belegte Hälfte, vermittelſt des genau auf die Mitte gerichteten Fernrohres bei O, den Meerhorizont (wo — ſ. Neigung des Meerhorizontes, „Depreſſion“ — Waſſer und Luft ſich zu vereinigen ſcheinen) wahrnehmen kann. Die gegenſeitige Stellung dieſer beiden Spiegel bei A und K muß zugleich von der Art ſeyn, daß, wenn die auf AC geſchobene Alhidade den dortigen O-Punct der Theilung trifft, A genau parallel mit K ſteht (eine Mitbedingung, welche, wie ich ſchon oben bevorwortet habe, nur erſt hier in Rede kommt).

Dieß vorausgeſetzt, und die Alhidade alſo coincidirend mit jenem Nullpuncte gedacht, ſo wird man das Inſtrument in jede beliebige Vertical-Ebene bringen und dabei in einer ſolchen Lage erhalten können, daß man den Meerhorizont durch den freien Theil des zweiten Spiegels in das Fernrohr bekommt. Zugleich wird ſich aber auch ein Bild dieſes Meer-

die Drehung des Spiegels iſt dieſe Lage ſodann FG, und der Einfallswinkel bei unveränderter Richtung des Strahles KA vielmehr KAG geworden: dieſer Winkel hat ſich hier gegen den früheren KAC um GAC verkleinert. Der Reflexionswinkel SAB dagegen vergrößert ſich, dieſer Drehung wegen, hier um BAF = GAC; und der reflectirte Strahl AS muß ſich alſo um das Doppelte in die neue Lage AS′ neigen, damit die Grundbedingung der Gleichheit des Reflexions- und Einfallswinkels wieder erfüllt ſey.

Oder, mit noch andern Worten: der Einfallswinkel, welchen KA mit dem Spiegel macht, ſey z. B., und demnach ſo gut wie der Reflexionswinkel, urſprünglich = 40°, und verkleinere ſich in unſerem Falle durch die Drehung des Spiegels um 10°, alſo bis auf 30°, ſo wird hierdurch, wie die Figur zeigt, jener durch SA mit dem Spiegel gebildete frühere Reflexionswinkel anfänglich vielmehr um 10°, und ſomit bis auf 50° vergrößert; — und da beide Winkel gleich bleiben müſſen, ſo erhält SA nunmehr die um (50 — 30 =) 20° (= 2 . 10) veränderte Stellung S′A, damit der auf 50° angewachſene neue Reflexionswinkel dem dagegen auf 30° geſunkenen „neuen“ Einfallswinkel nachher wieder gleich werde, demgemäß alſo, wie im Texte behauptet iſt, die dem Reflexionswinkel widerfahrende Veränderung (20°) in der That das Doppelte der Drehung des Spiegels (10°) austrägt.

horizontes, welches der erſte Spiegel zurückwirft, im belegten Theile des zweiten Spiegels darſtellen; denn bei der Geringfügigkeit der gegenſeitigen Entfernung AK der Spiegel von einander darf man die zum Meerhorizonte führenden beiden Geſichtslinien OH und AH als parallel betrachten; und da die Spiegel (als eben nachgewieſene, nunmehrige Bedingung) parallel ſtehen, ſo muß, wie man leicht einſieht, auch KO, nach der Reflexion in ihnen beiden, parallel mit HA und folglich mit HK ſeyn, dergeſtalt, daß ſich der direct und der als Spiegelbild geſehene Meerhorizont zur Seite genau neben einander (d. h. in der Horizont-Grenzlinie) zeigen.

Nehmen wir jetzt an, man wolle, indem die Alhidade AD unſeres Inſtruments immer noch auf dem Null- (dem Anfangszähl-) Puncte der Gradtheilung ſtehend vorausgeſetzt wird, mit dieſem „Spiegel-Quadranten" (Octanten) die Höhe SAH eines Geſtirns S, z. B. namentlich der Sonne, über dem Horizonte beſtimmen (meſſen), welches gleich Eingangs als der eigentliche Zweck der Einrichtung bezeichnet worden iſt, ſo faßt man den (vergl. vorn) deßhalb zur leichteren Behandlung nicht zu ſchwer gemachten Octanten in die rechte Hand, bringt ihn ſo in die durch das Geſtirn und das Centrum A gedachte Vertical-Ebene, viſirt mittelſt des Fernrohres (bei O) durch die nicht belegte Hälfte des zweiten Spiegels nach dem Meerhorizonte, und ſchiebt dann die Alhidade, längs des Gradbogens, von C gegen B fort, bis man (ſtatt des früheren Meerhorizont-Bildes, nunmehr) das vom erſten Spiegel reflectirte Bild des Geſtirns mittelſt abermaliger Reflexion in der belegten Hälfte jenes zweiten Spiegels, genau neben dem direct geſehenen Meerhorizonte (auf gleicher Grenzlinie mit ihm) erblickt; alsdann iſt der von der Alhidade, und alſo auch vom Spiegel A durchlaufene Bogen CD (Winkel CAD), dem Vorgetragenen zufolge, genau die Hälfte* des zu meſſenden Höhenwinkels SAH; und da der allerdings nur 45° haltende Bogen BC (worauf ich hier zurückkommen wollte) deßwegen in 90 Theile, alſo auch nur halbe Grade getheilt iſt, ſo braucht man demnach bloß dieſe halben Grade des entſprechenden Bogens CD gleich als ganze zu rechnen, um ſogleich die Zahl der Grade des Winkels (der verlangten Geſtirnhöhe) SAH zu haben.

Dieß iſt die ſtreng aus dem entwickelten Princip abgeleitete Erklärung des Gebrauches unſeres „Hadley'ſchen Spiegel-Quadranten." Auf mehreres, dabei beſonders vom Seefahrer noch zu berückſichtigendes techniſches Detail habe ich aber unter meinem enger aſtronomiſchen Geſichtspuncte hier nicht einzugehen, ſondern verweiſe dieſerwegen auf die im Art. Schifffahrtskunde angeführten Werke, von denen ich ſchließlich nochmals Rümker's (des wackren Hamburger Aſtronomen) „Handbuch der Schifffahrtskunde." 4. Auflage. Hamburg, 1844. gr. 8. auszeichne.

Spiegel-Teleſkop, reflectirendes oder katadioptriſches Teleſkop, Reflector, auch bloß Teleſkop; Telescopium reflectens; *Télescope de reflexion* oder Télescope (ohne Zuſatz). Ein Fernrohr, in welchem, ſtatt des Objectivglaſes, Spiegel angewendet werden. Den Beinamen eines „katadioptriſchen" Inſtrumentes gibt man demſelben, weil, wie

* Stände das Geſtirn noch im Horizonte ſelbſt, ſo würde daſſelbe bei der urſprünglichen parallelen Stellung der Spiegel (der Alhidade auf o) auch mit im Horizonte H, in der Richtung HA und in deſſen Spiegelbilde erblickt werden; iſt das Geſtirn aber bereits von H nach S, alſo um SAH über den Horizont (wie ich deßwegen vorn mit Verweiſung hierher ſage) „geſtiegen," ſo muß der Spiegel A (und alſo mit ihm die Alhidade), dem Vorgetragenen gemäß, um die Hälfte jenes Winkels SAH verſchoben werden, damit das Spiegelbild des Geſtirns wieder in ſeiner früheren Richtung HA erſcheine. — Es kommt Alles darauf an, ſich aus der vorangehenden Demonſtration recht innig davon überzeugt zu haben, daß (Fig. 4) Winkel SAS' ſtets = 2 Winkel GAC = 2 . BAF ſeyn muß.

die nachfolgende Beſchreibung näher zeigen wird, dabei der Spiegel doch mit einem Augenglaſe verbunden iſt; „Reflector" aber heißt daſſelbe, im Gegenſatze der Refractoren (ſ. Fernrohr, S. 420), weil die Wirkung nicht wie bei dieſen durch gebrochene, ſondern (hauptſächlich) durch (vom Spiegel) „reflectirte" Lichtſtrahlen erfolgt; und der Ausdruck „Teleſkop" endlich iſt, ſeiner Etymologie (l. c.) gemäß, zwar eigentlich allen Arten von Fernröhren gemein, wurde aber gemeiniglich doch nur den beſſeren gegeben, und iſt, da man ſonſt die Spiegel-Fernröhre dafür erkannte, denſelben verblieben.

Auf die Anwendung von Spiegeln bei Fernröhren verfiel, um meinen Vortrag, wie es mir in dieſem Falle am beſten erſcheint, hiſtoriſch anzuordnen, zuerſt der P. Merſenne (franzöſiſcher Mathematiker, Mitglied der Sorbonne, †. zu Paris 1646) gekommen zu ſeyn. Er ſagt (Universae Geometriae mixtaeque Mathematicae Synopsis. Paris 1644. 4. in Catoptrica. prop. VII.): „man könne einen großen paraboliſchen Hohlſpiegel (ſ. d. A) mit einem kleineren, ebenfalls paraboliſchen Hohlſpiegel oder auch mit einem Planſpiegel dergeſtalt verbinden, daß das Ganze, wie ein Fernrohr, entlegene Dinge vergrößert zeige." Von einer praktiſchen Ausführung dieſer Idee finde ich jedoch nirgend Etwas.

Einen ähnlichen Vorſchlag machte Jakob Gregory (Profeſſor der Mathematik zu St. Andrews in Schottland, bekannt durch ſeine vortreffliche, gleich näher zu erwähnende Optik, geſt. 1675) in ſeiner eben genannten „Optica promota." London. 1663. 4., wo er gleichfalls die Anwendung „paraboliſcher"* Spiegel empfiehlt, ohne daß jedoch auch dieſer Vorſchlag in das Leben getreten wäre.

Inzwiſchen entdeckte Newton im Jahre 1666, daß die Abweichung bei den dioptriſchen Fernröhren („Refractoren") großentheils von der durch die Brechung der Lichtſtrahlen in den Glaslinſen hervorgebrachten Farbenzerſtreuung abhange; und da ihn (vergl. Achromatiſch, S. 32, gleichwie Fernrohr, S. 448) ſeine Verſuche verleiteten, dieſe Abweichung bei bloßen Gläſern (Objectiv-Linſen) für unvermeidlich zu halten, ſo wendete Er, den Andeutungen der erwähnten Optiker gemäß, von dieſer Zeit an alle ſeine Aufmerkſamkeit nur auf Darſtellung von Fern-Inſtrumenten mit Spiegeln („Reflectoren"), indem das von den Spiegelflächen zurückſtrahlende (das reflectirte weiße) Licht, namentlich wie es von den Geſtirnen auf die Spiegel fällt, nicht, gleich den in den gewöhnlichen* Objectivgläſern der „Refractoren" dagegen gebrochene Lichtſtrahlen, in Farben zerſtreut wird. Auch glückte es Ihm wirklich, ein Teleſkop mit einem Metallſpiegel** zu Stande zu bringen, welches 30 bis 40 Mal vergrößerte, und welches Er („The history of the royal Society." London. 1756. 4. B. III, S. 4.) der Königlichen Societät zu London am 18ten Januar 1672 überreichte, von der das Inſtrument mit Beifall aufgenommen wurde.

Dieſes Newton'ſche Spiegel-Teleſkop (Tubus Newtonianus; *Télescope Newtonien*) beſteht aus einem

* Man könnte nach dem Grunde des gerade dieſer Form gegebenen Vorzuges fragen; ſie findet ſich im citirten Art. Paraboliſcher Spiegel angegeben: ein „paraboliſcher Hohlſpiegel" vereiniget die von einem Gegenſtande, namentlich einem Geſtirne, auf ihn fallenden Strahlen zu einem beſtimmteren Bilde, als ein gewöhnlicher ſphäriſcher Hohlſpiegel. Allein dergleichen „paraboliſche" Hohlſpiegel ſind (vergl. unten) ſchwer zu machen.

* „Gewöhnlichen," nämlich den zu Newton's Zeiten, alſo vor der Dollond'ſchen Erfindung der (vgl. wieder Fernrohr, l. c.) „Achromaſie" (Farben-Vernichtung), nur noch gebräuchlichen einfachen Linſen aus Einer und derſelben Glasart, wogegen unſere jetzigen „achromatiſchen" Linſen bekanntlich aus mehreren Glasarten zuſammengeſetzt ſind.

** Gläſerne Hohlſpiegel kann man wegen der doppelten Bilder, welche ſie machen, indem ſowohl das Glas als die Belegung, und zwar um ſo mehr ſpiegeln, als jenes ſtärker iſt, nicht wohl brauchen.

ſphäriſchen* Hohlſpiegel, welcher in ein (zur Abſorption des Seitenlichtes inwendig geſchwärztes) Rohr dergeſtalt eingeſetzt wird, daß das andere, dem Objecte zugekehrte und alſo der Spiegelfläche gegenüber liegende Ende des Rohres offen iſt; die Axe des Spiegels muß mit der Axe des Rohres coincidiren (das Teleſkop muß — vergl. Fernrohr, S. 430 — „richtig centrirt“ ſeyn). Die vom Objecte, namentlich von einem Geſtirne durch das Rohr auf die Hohlſpiegel-Fläche (parallel) auffallenden Lichtſtrahlen werden von derſelben convergirend reflectirt, und würden ſich daher (vergl. Hohlſpiegel) im Brennraume zu einem (ſeiner Entſtehung gemäß, verkehrten) Luftbilde** des Objects vereinigen; allein ehe ſie dahin gelangen, fängt ſie ein Planſpiegel, welcher unter dem Winkel von 45° gegen die Axe des Rohres befeſtigt iſt, auf, und wirft ſie ſonach, ſenkrecht gegen dieſe Axe, nach dem zur Seite im Rohre angebrachten Oculare, von ſolcher Brennweite, daß dieſelbe mit der Stelle der nunmehrigen Vereinigung der Strahlen zum (verkehrten Luft-) Bilde zuſammentrifft. — In ein ſolches „Newton'ſches Spiegel-Teleſkop“ ſieht man alſo nicht geradezu, ſondern von der Seite nach dem, durch die zweimalige Reflexion in dieſer Richtung ſichtbar werdenden Bilde des Objects (Geſtirns), und erblickt daſſelbe, wie geſagt, nach Art des aſtronomiſchen Fernrohrs verkehrt, und ſo oft vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Hohlſpiegels enthalten iſt.*

Um dieſe Beſchreibung hiernächſt aber auch durch Zeichnung zu unterſtützen und für mehr verlangende Leſer zugleich die Theorie des Inſtrumentes aufklären zu können, ſey Tafel XVI. Figur 6. GHIN ein ſolches, bei GN offnes und bei HI durch den ſphäriſchen Hohlſpiegel DC verſchloſſenes Rohr, welches wir axrecht** einem ſo weit entfernten Gegenſtande (einem Geſtirne) zugewendet annehmen, daß die von jedem einzelnen Puncte deſſelben divergirend ausgehenden Strahlenbündel parallel (als Cylinder) auf den Spiegel fallen. Demgemäß kommt vor des Objects mittelſten Puncte der Strahlen-Cylinder OO, und vor dem unterſten der Strahlen-Cylinder BB; jene Strahlen OC, OD, würden durch Reflexion das Bild des Punctes O in o, in des Spiegels Axe,*** und dieſe BD, BC, das Bild

* Die ſchon oben angedeuteten techniſchen Schwierigkeiten der Darſtellung paraboliſcher Hohlſpiegel, welche, bevorworteter maßen, ſonſt den Vorzug verdienen würden, zwingt den Künſtler nämlich, bei der reinen „ſphäriſchen“ Form ſtehen zu bleiben.

** Ein ſolches (verkehrtes) „Luftbild“ (ſ. den Art.) zeigt den Leſern z. B. Ihr (ſphäriſcher Hohl-) Raſier-Spiegel, wenn Sie von demſelben in die rechte Entfernung zurücktreten, wo Sie Ihr Geſicht, gleichſam in der Luft vor (zwiſchen ſich und) dem Spiegel (wie geſagt, in umgekehrter Stellung) ſchwebend, erblicken.

* Um das, durch dieſes „ſeitwärts“ Hineinſehen erſchwerte Finden des Geſtirns zu erleichtern, iſt auswärts des Rohres ein mit deſſen Axe paralleles kleines Fernrohr, der — vgl. Fernrohr, S. 451 — Sucher oder Finder (*Trouveur*), angebracht, mit dem man das betreffende Geſtirn erſt ſucht, um das Rohr ſodann darauf richten zu können. — Betrachtet man hiernächſt den Hohlſpiegel des Reflectors als das Objectiv des Refractors, ſo zeigt ſich (vergl. hinten) die zwiſchen den beiden Inſtrumenten Statt findende, oben nur angedeutete Aehnlichkeit ganz offenbar.

** „Axrecht;“ man geſtatte mir den Neologismus; er bezeichnet ganz paßlich eine ſolche Stellung des Inſtruments, welcher gemäß die Axe des Rohres dem Mittelpuncte des (runden) Geſtirns entſpricht.

*** Sie ſind nämlich „axrecht“ einfallend angenommen, kommen alſo perpendicular auf den ſphäriſchen Hohlſpiegel, und prallen daher, dem Geſetze der Zurückſtrahlung (Gleichheit des Einfalls- und Reflexionswinkels) gemäß, auch in ſich ſelbſt (in die Axe) zurück. Die Figur hat dieß nicht wohl beſtimmter andeuten können; und das Nachdenken über den Vorgang, verbunden mit einer nochma-

des Punctes B in b machen. Allein ehe ſie zu dieſem Bilde bo zuſammentreffen, werden ſie von dem, wie geſagt, unter einem Winkel von 45° gegen die Axe geneigten Planſpiegel TV aufgefangen und, abprallend, nach dem ſeitwärts angebrachten, in eine beſondere Röhre RS eingefaßten biconvexen Ocular zugelenkt (es kann auch eine planconvexe Linſe ſeyn).

Da dieſe zweite Reflexion vermittelſt des Planſpiegels erfolgt, ſo wird die Convergenz der Strahlen dabei weder vermehrt, noch vermindert: die Spitze b des Strahlenkegels DbC kommt nach β, und die Spitze o des Strahlenkegels DoC nach ω; und $\beta\omega$ = bo iſt alſo das Bild* des betrachteten Gegenſtandes (Geſtirns). Die von $\beta\omega$ ſodann divergirend wieder ausfahrenden Strahlen treffen hiernächſt auf die angegebene biconvexe Linſe t, werden, da das Bild, bevorwortetermaßen, vom Ocular um deſſen Brennweite abſteht (Fernrohr, S. 431. §. 3), durch die Brechung in demſelben, unter ſich und mit dem Hauptſtrahle parallel, und ſchneiden die Axe in K. Das hier angenommene Auge empfindet alſo dieſes Bild nach parallelen Strahlen, und erblickt den durch daſſelbe repräſentirten Gegenſtand (wieder Fernrohr, S. 438) alſo deutlich, und zwar unter dem Sehewinkel $\beta t\omega$ = bto.

Wenn aber das Auge (unbewaffnet) in D wäre, ſo würde es den Gegenſtand für ſich unter dem Winkel ODB = (dem, durch die reflectirten Strahlen gebildeten Winkel) bDo wahrnehmen. Da nun dieſer letztere Winkel bDo, gleichwie der Winkel bto, klein iſt, ſo hat man bto : bDo = $\frac{bo}{to}$** : $\frac{bo}{Do}$ = Do : to = Do : tω *; und es verhält ſich daher der Sehewinkel bto (= $\beta t\omega$) vom Bilde bo (= $\beta\omega$) zum Sehewinkel bDo (= ODB), unter welchem der Gegenſtand dem bloßen Auge erſcheinen würde, = Do : tω, d. h. wie die Brennweite des Hohlſpiegels zur Brennweite des Oculars; der Gegenſtand (das betrachtete Geſtirn) wird im Spiegel-Teleſkope ſo viele Mal vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Hohlſpiegels enthalten iſt.**

Dieß iſt die urſprüngliche „Newtonſche“ Einrichtung des Spiegel-Teleſkops, auf welche ich mich, wie ich ausdrücklich bevorworte, hier auch weſentlich beſchränke; und wenn die Leſer ein ſolches Inſtrument mit jenem Beinamen (*„Télescope Newtonien“*) erwähnt finden, ſo haben Sie dieſelbe zu verſtehen, wie man denn, nach einigen gleich zu erwähnenden anderen Conſtructionen, auch in der neueſten Zeit immer wieder zu derſelben zurückgekehrt iſt. Einige, jedoch unweſentliche und das Princip unberührt laſſende Aenderungen nahm Newton mit ſeinem Inſtrumente ſpäter ſelbſt vor, und Er behauptet in ſeiner Optik („Opticks.“ London. 1704. 4., die Stelle weiß ich näher nicht anzugeben), daß ein ſo verbeſſertes, 6 Fuß langes*** Spie-

ligen Vergleichung des Art. Hohlſpiegel, wird alſo das Beſte thun müſſen.

* Man könnte mir einwenden, daß ich nur Strahlen von des Geſtirns mittelſtem und unterſtem Puncte, und nicht, wie gewöhnlich, auch vom oberſten Puncte betrachte; allein ich würde dadurch die Figur verundeutlicht haben, wogegen ſich, wie man leicht einſieht, doch im Weſen der Sache nichts verändert findet.

** Nämlich 1 : to = tang bto : bo, alſo tang bto, oder, wenn man ſtatt der Tangenten, die kleinen Winkel ſelbſt ſetzt, Winkel bto = $\frac{bo}{to}$ u. ſ. w.

* In den rechtwinkligen Dreiecken bto und $\beta t\omega$ ſind außerdem bo = $\beta\omega$, und bto = $\beta t\omega$.

** Beim aſtronomiſchen Fernrohre (Refractor, ſ. Fernrohr, S. 440) iſt die Vergrößerung ebenfalls = dem Quotienten der Brennweite des Objectivs durch die Brennweite des Oculars; und das Spiegel-Teleſkop erſcheint daher, wie ich eben vorn mit Verweiſung hierher andeute, als ein aſtronomiſches Fernrohr, für welches der Hohlſpiegel das Objectiv vertritt. — Man ſieht zugleich noch, daß beim Teleſkop, wie beim Refractor, durch Anwendung eines Oculars von geringerer Brennweite alſo eine mehrere Vergrößerung erlangt werden kann.

*** Unter „Länge des Spiegel-Teleſkops“

gel-Teleſkop der angeführten Art, wenn es ſonſt gut gearbeitet ſey, am Spiegel eine (Fernrohr, S. 442 und hinten) Apertur (Oeffnung) von 6 Zoll vertrage, und nach Maßgabe des angewendeten Oculars 200 bis 300 Mal vergrößere.

Als Newton's Erfindung bekannt wurde, eignete ſich der damalige franzöſiſche Phyſiker Caſſegrain („Journal des Sçavans" für das nämliche Jahr 1672) die Idee an, indem er mit Benützung eines Vorſchlages, welchen ſchon Gregory (vergl. oben) gemacht hatte, eine andere Conſtruction, wie ich hier darauf zurückkommen wollte, anwendete. Er durchbohrt nämlich den Hohlſpiegel in ſeiner Mitte, und betrachtet das durch den verbleibenden Rand dargeſtellte Luftbild des Gegenſtandes* vermittelſt eines, in jene ſolchergeſtalt entſtehende Oeffnung eingelaſſenes Ocular. Da die Newton'ſche Einrichtung, wie geſagt, den Vorzug behalten hat, ſo gehe ich auf dieſe Caſſegrain'ſchen oder Gregory'ſchen Spiegel-Teleſkope nicht weiter ein; der einzige Vortheil, den ſie gewähren, daß man, nicht wie beim Newton'ſchen Teleſkope, zur Seite, ſondern, wie bei den gewöhnlichen Fernröhren, von hinten hineinſieht, hebt den großen Uebelſtand der Durchbohrung des ſchönſten Theiles des Spiegels nicht auf, und ich thue ihrer daher hier nur der Vollſtändigkeit wegen Erwähnung.

In dieſer Geſtalt verblieb die Angelegenheit des „Spiegel-Teleſkops" faſt ein halbes Jahrhundert, bis John Hadley, der Erfinder des Spiegel-Quadranten, als welchen wir ihn in dieſem Artikel kennen gelernt haben, dieſe ſchöne Erfindung weiter verfolgte. Er übergab der Londoner Societät im Jahre 1723 ein, unter ſeiner Aufſicht und Mitwirkung verfertigtes und vortrefflich gelungenes „Newton'ſches" Spiegelteleſkop, deſſen metallner Hohlſpiegel nach einem Halbmeſſer von 10 Fuß $5\frac{1}{4}$ Zoll ausgeſchliffen war und folglich* $62\frac{5}{8}$ Zoll Brennweite (5 Fuß $2\frac{5}{8}$ Zoll) hatte.

Bradley und Pound (wir kennen dieſe beiden engliſchen Aſtronomen aus dem Art. Abirrung, S. 10 unſeres Werkes), welche dieſes Werkzeug gemeinſchaftlich unterſuchten, ſtatteten einen ſehr vortheilhaften Bericht darüber ab. Sie verglichen es mit dem berühmten Fernglaſe ohne Röhren von Huygens (ſ. Fernrohr, S. 447), deſſen Objectiv 123 Fuß Brennweite hatte, alſo über $\left(\frac{123}{5} =\right)$ 24 Mal länger war, und fanden, daß es (vergl. oben) ein eben ſo kurzes Ocular vertrug, damit eben ſo ſtark vergrößerte, und eben die Deutlichkeit, wenn auch nicht vollkommen ſo große Helligkeit gewährte. Dennoch ſahen ſie dadurch Alles, was jenes Fernrohr zeigte, z. B. die damals entdeckten 5 Trabanten des Saturns, ja dieſe ſogar noch beſſer, als durch Huygens Inſtrument, bei welchem der Mangel der Röhren den ſtörenden Einfluß des Seitenlichtes zu ſehr begünſtigte.

Nach Hadley that ſich in Verfertigung guter Spiegel-Teleſkope beſonders

verſteht Newton die Entfernung vom Hohlſpiegel bis zum Planſpiegel TV unſerer Figur, und von da bis zum Bilde $\beta\omega$, alſo die Brennweite des Hohlſpiegels. Ein z. B. „ſiebenfüßiges Newton'ſches Spiegel-Teleſkop" iſt demnach ein ſolches, deſſen Hohlſpiegel, den Planſpiegel weggedacht, das Luftbild eines Geſtirns in einer Entfernung von 7 Fußen vor ſich machen würde.

* Dabei ſollte, wie ich im Art. Spiegel angeführt habe, Behufs der Reflexion der Lichtſtrahlen, auch ein Convexſpiegel in Anwendung kommen; ich habe aber ein, nach dieſem Principe wirklich conſtruirtes Spiegel-Teleſkop nie zu Geſicht bekommen können.

* So finde ich in meinen Notizen aus den „Philos. Transact." Nr. 376, ohne weitere Erklärung über dieſes „folglich." Die „Brennweite" eines ſphäriſchen Hohlſpiegels iſt aber (ſ. Katoptrik, S. 876) = dem halben Radius der Kugel; und wenn der Radius alſo die obigen 10 Fuß $5\frac{1}{4}$ Zoll = $125\frac{1}{4}$ Zoll betrug, ſo war die Brennweite (der Abſtand des Luftbildes vorwärts vom Spiegel) allerdings $= \frac{125\frac{1}{4}}{2} = 62\frac{5}{8}$ Zoll.

Short, ein geſchickter Schottiſcher Optiker, hervor, welcher 1734 nach London gezogen war, und in ſeiner dort etablirten Werkſtatt viele ſolche Inſtrumente anfertigte; durch einige derſelben von nur 15 Zoll Brennweite (Länge) konnte er die Schrift in den oben erwähnten „Transactions“ auf 500 Fuß weit leſen und die Saturntrabanten ſehen. Zur Maſſe der Metallſpiegel nahm man damals 3 Theile Kupfer und 1¼ Zinn, oder 6 Theile gutes Meſſing und 1 Theil Zinn, miſchte auch wohl beide Compoſitionen im Verhältniſſe von 2 : 1; das Ausſchleifen dieſer Metallſpiegel hat aber ſeine großen techniſchen Schwierigkeiten; — und überdieß laufen ſie leicht an und ſind dann ſchwer zu reinigen. Ein vortreffliches Material würde die Platina ſeyn, wenn dieſes Metall nicht zu ſelten und zu ſtrengflüſſig wäre.* Man hat daher auch Glasſpiegel in Vorſchlag gebracht; allein ſie bleiben wegen der ſchon oben eingewendeten doppelten Reflexion immer unſchicklich.

Dollond's Erfindung der achromatiſchen (vergl. d. Art. Achromatiſch) Fernröhre raubte den Spiegel-Teleſkopen überdieß den ihnen bis dahin beigemeſſenen Hauptvorzug, als wären ſie (vergl. vorn) allein im Stande, farbloſe Bilder darzuſtellen, indem die „Achromaſie“ (wieder Fernrohr, S. 448) nunmehr Dasjenige auch für Refractoren leiſtete, was Newton, wie geſagt, nur für Reflectoren möglich gehalten hatte; und es ſchien daher, als wenn ſie durch dieſe achromatiſchen Fernröhre verdrängt werden würden. Allein in den letzten Decennien des vorigen Jahrhunderts wandte dagegen der große Herſchel,** welcher unter den Auſpicien

* Indeß finde ich in meinen Notizen, daß der Franzöſiſche Abbé Rochon, ein eifriger Liebhaber der Naturwiſſenſchaften, um die Mitte des vorigen Jahrhunderts ein 6füßiges Teleſkop mit einem ſolchen Platinaſpiegel von der herrlichſten Politur zu Stande gebracht habe. — Aber wo iſt das Inſtrument geblieben?

** Nähere biographiſche Notizen über ihn im Art. Uranus, indem die Entdeckung dieſes Planeten bekanntlich ein Hauptverdienſt des großen Mannes abgibt.

Georg III. ſeine Sternwarte zu Slough (Slow, Dorf bei Windſor) auf das reichſte ausſtatten konnte, den Spiegel-Teleſkopen neuerdings eine große Sorgfalt zu. Durch unabläßige Bemühungen hatte dieſer ausgezeichnete Künſtler und Aſtronom ſchon 1780 ein 7füßiges (in der oben definirten Bedeutung, 7 Fuß langes) Newton'ſches Teleſkop zu Stande gebracht, welches bei Verbindung mit Ocularen von hinreichend kurzer Brennweite eine 900fache Vergrößerung vertrug (trotz der Anwendung nur ſo kleiner Oculare doch noch hinreichende Deutlichkeit und Helligkeit gewährte), und damit am 13. März 1781 den eben erwähnten neuen Planeten Uranus (ſ. d. Art.) entdeckt. Dieſem Inſtrumente ließ Er ein anderes von 20 Fuß Brennweite und 18¾ Zoll Oeffnung* des großen Spiegels folgen, womit Er eine Menge derjenigen wichtigen Entdeckungen am Himmel machte, von denen wir beſonders im Art. Fixſterne Rechenſchaft gegeben haben; und hierdurch ermuthigt, ſchritt Er nun zur Conſtruction ſeines weltberühmten, gleichfalls im eben genannten Obſervatorium zu Slough aufgeſtellten „Rieſen-Teleſkops“ von 40 Fuß Länge (Brennweite) und 5 Fuß Spiegel-Oeffnung, womit Er 1786 zu Stande kam. Die Röhre dieſes, auch Newton'ſchen** Teleſkops von der angegebenen Länge der 40 (engliſchen) Fuß hat eine Oeffnung von nahe 5 Fuß,*** und iſt aus Eiſen-

* D. h. ſo viel betrug der Durchmeſſer der polirten Kreisfläche (des polirten Theiles) des großen Spiegels, wogegen deſſen unpolirter Rand gleichſam die Blendung (Fernrohr, S. 442) abgibt.

** Es weicht jedoch, wie ich, um einer möglichen Einwendung zu begegnen, noch bevorworte, in einigem Detail der Einrichtung ab, worauf ich aber, da das Princip gleichwohl daſſelbe bleibt, hier auch nicht weiter eingehe.

*** Man begreift danach, wie es möglich geweſen iſt, daß John Herſchel, der Sohn des großen Herſchel, im Innern dieſer Röhre dasjenige Feſt zum Andenken des Vaters hat geben können, von welchem meine Leſer jüngſt in öffentlichen Blättern geleſen haben.

blechen zuſammengeſetzt, welche durch Reifen zuſammengehalten werden; der Spiegel allein wiegt über 20 Centner, und dennoch iſt* dieſer optiſche Rieſe von Teleſkop leicht zu bewegen, ſo geſchickt iſt der Mechanismus eingerichtet.

Dieſes Werkzeug hält nun zwar, je nachdem man es mit Ocularen von kürzerer Brennweite verbindet, erſtaunliche Vergrößerungen aus: man hat dieſelben bei der Anwendung auf Fixſterne bis auf das 3000fache getrieben; allein für die näheren Himmelskörper: den Mond, die Planeten, überſchreitet man aus den, ſchon in Fernrohr, S. 427, entwickelten Gründen doch nicht gern eine 300malige Vergrößerung; und das „Rieſen-Teleſkop“ hat daher den, von demſelben gehegten übertriebenen Erwartungen auch eben ſo wenig, als die unmäßig langen älteren Refractoren entſprochen, deren Geſchichte ich im Art. Fernröhre, S. 446 flgd., vorgetragen habe. Dazu geſellte ſich der auch ſchon oben angedeutete, bei allen Spiegel-Teleſkopen hinderliche Umſtand des baldigen Anlaufens des polirten Metalls und des Beſchlagens durch die kühlen Nachtdünſte, welches ein, bei großen Spiegeln doppelt beſchwerliches beſtändiges Reinigen nothwendig macht. Herſchel ſelbſt hat daher auch mehr mit dem oben erwähnten bloß 20füßigen Inſtrumente operirt, und ſein Sohn, John Herſchel, wendet daſſelbe neben den, wie geſagt, jetzt gebräuchlicheren Refractoren ebenfalls vorzugsweiſe an.

Aller ſolcher Erfahrungen unerachtet, iſt in der neueſten Zeit doch der Verſuch gemacht worden, Herſchel's Leiſtungen in dieſer Art durch eine noch rieſenmäßigere zu übertreffen: der Irländiſche Graf von Roſſe, ein eifriger Liebhaber der Aſtronomie, hat auf ſeiner Beſitzung Parſonstown in Irland ein Newton'ſches Spiegel-Teleſkop von 54 Fuß Länge und 6 Fuß Spiegelöffnung (ſtatt der angegebenen Herſchel'ſchen reſp. 40 und 5) zu Stande gebracht, von welchem man Anfangs Wunderdinge erzählte (wie auch ich im Art. Mond, S. 165, ſchwach genug geweſen bin, darauf einzugehen), und deſſen Leiſtungen ſelbſt der Engliſche Hof-Aſtronom South ſehr lobte. Seitdem habe ich aber Weiteres darüber nicht gefunden, und muß mich daher auf dieſe bloße Andeutung beſchränken, mit welcher ich, da mir ein eigenes (wenigſtens neueres)* Werk über „Spiegel-Teleſkope“ nicht bekannt iſt, und ich alſo der gegebenen Beſchreibung und Erklärung und der alsbald eingelegten hiſtoriſchen Notizen beſondere literariſche nicht weiter hinzufügen kann, zugleich den Artikel beſchließe.

* Ich ſollte ſagen „war;“ denn ſo viel ich weiß, wird dieſes bewundernswürdige Inſtrument gegenwärtig nicht weiter benützt; man bedient ſich nur noch des kleineren. — Die Refractoren ſind überdieß, beſonders ſeit Frauenhofer, zu ſehr vervollkommnet, um nicht die Reflectoren wenigſtens meiſtens zu verdrängen.

Stabilitäts-Problem in der Aſtronomie; **Problema stabilitatis mundi**; *Problème de la stabilité du monde.* Die Unterſuchung über die Dauer der Welt oder, beſtimmter, unſeres Planetenſyſtems.

Ich habe dieſe wichtigſte Frage der ganzen Aſtronomie: ob der Schöpfer Himmels und der Erden dieſe ſeine Schöpfung zu einer ewigen Dauer beſtimmt, oder Sich aber deren einſtige Wiederzerſtörung durch urſprünglich hinein gelegte Keime des letztlichen Unterganges („ſäculare Perturbationen“)** vorbehalten habe? —

* Eines älteren ſolchen Werkes: „Beſchreibung eines Teleſkops.“ Von Schrader (einem Gehülfen des uns bekannten Lilienthaler Aſtronomen Schröter). Hamburg. 1794., finde ich zwar in meinen Notizen erwähnt; ich habe daſſelbe aber nicht mehr auftreiben können, und muß mich alſo hier mit der bloßen Erwähnung begnügen.

** Ich hebe dieſen Bezug der „ſäcularen Perturbationen“ zu der uns beſchäftigenden Frage ſogleich hervor, da derſelbe den nothwendigen Ausgangspunct auch der nachfolgenden Betrachtungen des hehren Gegenſtandes abgibt; und ich empfehle den Leſern daher, außer den ſchon im Texte namhaft gemachten Artikeln, auch noch die Vergleichung des beſondern

zwar ſchon in den Artikeln Himmels-Mechanik, S. 776 flgd., und Perturbationen, S. 298 flgd., discutirt, mich aber dabei alſogleich auf den erhabenſten, rein teleologiſchen Standpunct erhoben, und darüber das eigentlich Wiſſenſchaftliche der Betrachtung vielleicht zu ſehr vernachläßigt. Dieſe Lücke findet ſich mittelſt der nachſtehenden Erörterungen des hehren Gegenſtandes, deren handſchriftliche Mittheilung ich dem uns ſchon bekannten wackern Aſtronomen Dr. Wilhelm Lehmann (ſonſt Paſtor zu Derwitz bei Potsdam, jetzt privatiſirend zu Berlin) verdanke, ſo vortrefflich ausgefüllt, daß ich mein Werk durch die uneingeſchränkte Aufnahme zu zieren, und die Leſer durch Einweihung in eine ſo tiefſinnige und gleichwohl ſo gemeinfaßliche Arbeit zum beſondern Danke zu verpflichten hoffen darf, wobei ſelbſt die eigenthümliche Rückſicht, welche den Geiſtlichen beim Vortrage leitet, nicht ohne Anerkennung bleiben wird.

„Der analytiſche Calcül,“ ſo drückt ſich aber unſer nunmehriger Führer auf dieſem Gebiete aus, „indem er nur das große Newton'ſche Grundgeſetz der Gravitation in allen ſeinen möglichen Anwendungen entwickelt, iſt nach dem treffenden Ausſpruch des unvergleichlichen Laplace eben ſo ſehr eine unerſchöpfliche Quelle von Entdeckungen geworden, als die Beobachtung.

Dieſen Gedanken müſſen wir vorzüglich geltend machen, wenn wir die grenzenloſe Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Schickſale des Weltſyſtems in Einen großen Ueberblick zuſammenfaſſen wollen, wie es zu einer vollſtändigen Theorie der Säcular-Ungleichheiten der Planetenbahnen unabweislich nothwendig iſt. Es iſt dem Menſchen ein göttlicher Funke in der Bruſt angezündet, welcher bei dem, der nicht in der Sinnlichkeit verſunken iſt, durch den Anblick der Wunder der Schöpfung zur hellen Flamme angefacht wird; eine unwiderſtehliche Sehnſucht treibt ihn, ſeine Forſchungen, ſo weit es in menſchlicher Kraft ſteht, in die Ewigkeit, nach beiden Seiten hin, in die Vergangenheit und Zukunft, auszudehnen. Unmöglich können ſich daher die Bedürfniſſe der Aſtronomie auf den kurzen Zeitraum von 1000 oder 1200 Jahren einſchränken, wenn gleich es nach unſerer jetzigen Wiſſenſchaft unthunlich ſeyn möchte, ſo ſpecielle Begebenheiten, wie Sonnen- und Mondfinſterniſſe, Durchgänge der Planeten durch die Sonne, Bedeckungen der Planeten vom Monde und der Planeten unter einander, auf einen viel längeren Zeitraum vor- und rückwärts mit einiger Schärfe zu berechnen. Aber hat es denn die Sternkunde nur mit exacten Vorausankündigungen zu thun? Sind ſolche Zeitbeſtimmungen des Standes der Himmelskörper, welche mit einer Ungewißheit von einem ganzen Tage und darüber behaftet ſind, ohne alles Intereſſe? Greifen ſie nicht vielmehr tief in alle Angelegenheiten des Volkslebens ein? Denn die Zeitrechnung darf doch nicht ein Privilegium einzelner Gelehrter, ſondern muß ein Eigenthum des ganzen Volkes ſeyn, und die Erfahrung hat zur Genüge gelehrt, daß nur diejenige Ordnung der Schaltjahre und Hauptfeſte zum Heile der chriſtlichen Völker und zur dauernden Einigkeit führt, welche nicht ſowohl in jedem einzelnen Jahre haarſcharf den wahren Nachtgleichen- und Vollmondstagen entſpricht, als vielmehr ſich denſelben nur im Ganzen anſchließt (mit geſtatteter Abweichung von einem oder ein paar Tagen, doch ſo, daß der Fehler ſich nicht continuirlich anhäuft), und dabei eine möglichſt einfache, auch von dem gemeinen Manne und namentlich von der der Mathematik entfremdeten Geiſtlichkeit leicht zu handhabende, ſogenannte cykliſche Regel befolgt. In dieſer Hinſicht muß uns, mit Beiſeitſetzung der übrigen Planeten, eine Rechnung willkommen ſeyn, welche wenigſtens den ſcheinbaren Lauf der Sonne und des Mondes und das harmoniſche Ineinandergreifen dieſer beiden Bewegungen, wie es ſich in dem ſogenannten ſynodiſchen Monat (der Zeit von einem Vollmond bis zum andern) kund gibt, auf ſo lange Zeit als möglich im Voraus entwickelt, ſo daß die dabei zurückbleibende Ungewißheit der Beſtimmung der Nachtgleichen und Vollmonde weni-

Vortrages über „Säculare Aenderungen,“ welcher Ihre Anſicht fixiren helfen wird.

ger als einen ganzen Tag beträgt. Ja, die chriſtliche Kirche, eine göttliche Stiftung zur Beſeligung aller menſchlichen Dinge für Zeit und Ewigkeit, welche auch die Pforten der Hölle nicht werden überwältigen können, darf es von der Wiſſenſchaft gewiſſermaßen als eine ſchuldige Pflicht fordern, der geſammten chriſtlichen Welt mit größter Sorgfalt den gegenwärtigen Zuſtand aller unſerer Kenntniſſe des Sonnen- und Mondlaufs vor die Augen zu legen, um danach einen unveränderlichen Canon der Schaltjahre und Oſterfeſte auf eine möglichſt entfernte Zukunft zu entwerfen, welcher den Vortheil der möglichſten Einfachheit und des möglichſt engen Anſchließens an die bisherige geheiligte Obſervanz mit dem Vortheil des möglichſt genauen Anſchluſſes an den Himmel vereinigt. So bedenken wir einmal: Eine cykliſche Zeitrechnung ſetzt voraus, daß die mittleren Bewegungen der Sonne und des Mondes unter allen wechſelnden Ungleichheiten oder ſogenannten Störungen ſich gleich bleiben, daß die Störungen ſich unaufhörlich unter einander compenſiren, und die Weltkörper dadurch in einer gewiſſen ehrerbietigen Entfernung von einander erhalten und verhindert werden, durch ihre zu große Nähe einander zu ſchaden, oder wohl gar gewaltſam zuſammenzuſtoßen und ſich gegenſeitig zu zertrümmern. Iſt dieſe Vorausſetzung nun etwa eine blinde? Wie, wenn ſie es wäre? Würden da nicht die menſchlichen Geſchäfte, und namentlich die ökonomiſchen, an deren Regelmäßigkeit wir nun einmal ſo gewöhnt ſind, daß wir faſt darauf trotzen und meinen, ſie verſtehe ſich von ſelbſt, endlich in die größte Unordnung gerathen? So laßt uns denn diejenigen Fragen in einen kurzen Ueberblick zuſammenſtellen, welche man, als eigentliche Lebensfragen unſeres Sonnenſyſtems, vorzugsweiſe mit dem Namen des Stabilitäts-Problems bezeichnet. Wir werden dabei die Ordnung der Säcular-Ungleichheiten der einzelnen Elemente der Planetenbahnen zum Grunde legen.

1) Wenn die Linie der Apſiden jeder Planetenbahn ſich jetzt nur mit großer Langſamkeit zwiſchen den Fixſternen fortbewegt, wird dieſe Bewegung in alle Ewigkeit mit derſelben Langſamkeit vor ſich gehen? Oder wird vielmehr eine Zeit kommen, wo z. B. die Apſidenlinie der Erdbahn innerhalb eines Jahres um einen ſehr beträchtlichen Winkel fortrückt, ſo daß man dieſe Bewegung nicht mehr mit dem Namen einer Säcular-Ungleichheit bezeichnen kann, — daß, wie von jetzt an noch mehrere Jahrhunderte hindurch, die größte Nähe der Erde bei der Sonne allemal in den Winter der nördlichen Halbkugel fällt, dereinſt innerhalb eines einzigen Jahres die größte Nähe der Erde bei der Sonne zweimal eintreten wird, einmal in unſerem Sommer und einmal in unſerem Winter? Das würde eine merklich andere Vertheilung der Jahreszeiten geben als jetzt, da ſchon jetzt auf der nördlichen Halbkugel Frühling und Sommer zuſammen 8 Tage länger währen, als Herbſt und Winter, und auf der ſüdlichen Halbkugel umgekehrt. Doch das wäre nur die geringſte Unordnung der irdiſchen Haushaltung, ſo lange die Excentricität der Erdbahn ſo unbedeutend bleibt als jetzt, wo die größte Entfernung der Erde von der Sonne die kleinſte kaum um den 30ſten Theil übertrifft. Wichtiger iſt daher

2) die Frage hinſichtlich der Excentricität. Wenn dieſelbe bei manchen Planetenbahnen ab- und bei den übrigen zunimmt, wird dieſe Zunahme einſt alle Grenzen überſchreiten? Werden auf dieſe Art die Planeten in einen kometariſchen Zuſtand übergehen? Ja, wird die Ellipſe ſich endlich völlig in eine Parabel oder wohl gar in eine Hyperbel verwandeln, und dadurch der Planet der Sonne entriſſen und in den unendlichen Raum hinaus nach anderen Fixſternen zu geſchleudert werden? Steht dieſes Schickſal insbeſondere unſerer Erde bevor? Denn es iſt keineswegs ſich ſelbſt widerſprechend, ſondern ſcheint vielmehr eine Analogie der Erfahrung für ſich zu haben, da wir ja wiſſen, daß der berühmte Komet von 1770 während der wenigen Wochen ſeiner damaligen Sichtbarkeit nach Lexell's untrüglicher Rechnung eine Ellipſe um die Sonne mit 5½jähriger Umlaufszeit beſchrieb, und dennoch weder vor-, noch nachher geſehen wurde, und dadurch den Aſtronomen ein Räthſel aufgab, das erſt durch La-

place gelöſt wurde, welcher durch Rechnung herausbrachte, daß dieſer Komet in den Jahren 1767 und 1779 dem *Jupiter* äußerſt nahe kam, ja zwiſchen den Trabanten deſſelben durchging, ſo daß man nicht mehr die Sonne, ſondern nur den Jupiter als prädominirenden Centralkörper dieſes Kometen anſehen konnte. Dieſe Rechnung bewies, daß dieſer Komet zweimal in den wenigen Monaten ſeiner großen Nähe beim Jupiter, als ein vorübergehender Trabant deſſelben, eine Hyperbel um den Jupiter beſchrieb, während in der übrigen Zeit (vor, zwiſchen und nach dieſen beiden außerordentlichen Annäherungen) die *Sonne* der prädominirende Körper war und den Kometen zwang, in drei *verſchiedenen* Ellipſen (von 50, 5½ und 20 Jahren Umlaufszeit) um die Sonne zu laufen. Es fragt ſich hiernach: Iſt es mit der Stabilität der Bahnen der 7 Hauptplaneten (Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus*) und ihrer Trabanten überhaupt ſo ſchlecht beſtellt, als mit der Stabilität der *Kometen*, oder ſind die erſteren vielmehr zu einer größeren *Beſtändigkeit* des Umlaufs und zu einer auf Millionen von Jahren oder gar in alle Ewigkeit fortdauernden *unveränderlichen* Entwickelung organiſcher, lebender Geſchlechter geſchaffen? Mit andern Worten: Können 2 Hauptplaneten *einander* ſo nahe kommen, als der genannte Komet in den beiden angeführten Epochen dem Jupiter kam, daß dadurch die Elemente beider Planetenbahnen mit außerordentlicher Schnelligkeit total verändert werden? Kann insbeſondere unſere Erde einem der nächſtbenachbarten Planeten, Venus und Mars, ſo nahe kommen? Kann dieſe Nähe gar bis auf ein gewaltſames *Zuſammenſtoßen* gehen? Die Möglichkeit iſt allerdings da, ſobald die Excentricitäten zweier Planetenbahnen ſich ſo ſtark vermehren, daß der periheliſche Abſtand des oberen Planeten von der Sonne dem apheliſchen Abſtand des unteren gleichkommt; es fragt ſich alſo: *Wird* die Excentricität irgend einer Hauptplanetenbahn in Folge der durch die Anziehung der üb gen Planeten bewirkten Störung ſich endlich ſo ſtark vermehren? Im bejahenden Falle würden ſchon mehrere Jahrhunderte *vor* dem wirklichen Zuſammenſtoßen die Jahreszeiten und Witterungen in die äußerſte Unordnung gerathen. Selbſt wenn zwei andere Planeten, z. B. Merkur und Venus, mit einander zuſammenſtießen, würde daraus auch für unſere Erde und für die übrigen Planeten eine ſo weſentliche Aenderung eintreten, daß alle aſtronomiſche Rechnung über dieſe Zeit hinaus aufhört, weil durch Einen ſolchen Stoß die *Stetigkeit* der Secular-Ungleichheiten *aller* Planetenbahnen aufgehoben wird, indem namentlich die lineariſche Geſchwindigkeit der zuſammenſtoßenden Planeten und folglich auch ihre *Umlaufszeit* plötzlich eine merkliche Aenderung leidet. (Das Zuſammenſtoßen eines *Kometen* mit einem Planeten ſcheint nicht von derſelben Bedeutung zu ſeyn, da uns die Unmerklichkeit der Wirkung des Kometen von 1770 auf die Erde und auf die Jupiters-Trabanten von der außerordentlich lockeren und nebelähnlichen Beſchaffenheit der Kometen überzeugt hat). — Und endlich, wenn ſich aus *Beſſels* neueſten gründlichen Unterſuchungen ergibt, daß im Jahre 1800 die Excentricität der Erdbahn nur 0,0167922585 betrug, und ſich in 100 Jahren um 0,00004359 vermindert, wird dieſe Verminderung immer ſo progreſſiv fortgehen, und dadurch endlich die Erdbahn in die völlige *Kreisgeſtalt* übergehen? Und wenn ſie darein übergegangen iſt, wird ſie darin immer beharren, oder ſpäterhin wiederum excentriſch werden, und wird *dieſe* Excentricität dann über alle Grenzen hinaus wachſen? Oder ſind vielmehr den Excentricitäten aller Planetenbahnen beſtimmte *Grenzen* vorgeſchrieben, welche ſie in alle Ewigkeit nicht überſchreiten können? Und welches ſind dieſe Grenzen? — Die neuentdeckten kleinen Planeten, Veſta, Juno, Ceres, Pallas, müſſen gleich von vorn herein von dieſer Stabilität ausgeſchloſſen werden, da ihre Bahnen ſo liegen, daß dieſe Körperchen einander ſehr nahe kommen können, daher ſie ſich überhaupt der Natur der Kometen nähern, worauf auch die Geringfügigkeit ihrer *Maſſe* hindeutet, die bei allen

* Der *Neptun* (vergl. den Art. *Planeten*) war zu der Zeit, als dieſer Aufſatz geſchrieben wurde, noch nicht entdeckt.

Störungsrechnungen noch immer, ohne den Beobachtungen zu widerſprechen, = 0 geſetzt werden konnte.

3) Wenn die *Knotenlinien* der Planetenbahnen in Beziehung auf eine feſte Ebene, deßgleichen die Knotenlinien der Planetenbahnen *unter einander*, ſich jetzt nur mit großer Langſamkeit zwiſchen den Fixſternen bewegen, wird dieſe Bewegung immer ſo langſam ſeyn? Wird namentlich die Durchſchnittslinie der Ebene der Ekliptik mit der des Erdäquators (die Linie der Nachtgleichen) immer ſo langſam zwiſchen den Fixſternen zurückweichen als jetzt? (Wir müſſen eine *doppelte* Präceſſion unterſcheiden, die durch Veränderung der Lage der Ebene des Erdäquators, und die durch Veränderung der Lage der Ebene der Ekliptik; beide Aenderungen zuſammen bilden erſt die vollſtändige oder *allgemeine* Präceſſion, wonach das tropiſche Jahr, d. h. die Dauer von einem Frühlingsanfang bis zum andern, 20 Minuten kürzer iſt als das *ſideriſche* Jahr oder die Rückkehr der Sonne zu demſelben Fixſtern). Und da die von *Laplace* angeſtellte Rechnung (nicht auf die ehemaligen, ſehr unvollkommenen *Beobachtungen*, ſondern auf die *Theorie der Gravitation* gegründet) unwiderſprechlich beweist, daß das jetzige tropiſche Jahr 10 Secunden kürzer iſt, als das zu *Hipparch's* Zeiten (im zweiten Jahrhundert vor Chriſtus), wird dieſe Verkürzung immer ſo progreſſiv fortgehen? Und werden wir daher einſt genöthigt ſeyn, ſtatt der Gemeinjahre von 365 Tagen und Schaltjahre von 366 Tagen Gemeinjahre von 364 und Schaltjahre von 365 Tagen zu zählen, u. ſ. w.? (Es iſt klar, daß damit der gewohnten Ordnung des Säens und Erntens und aller phyſiſchen und politiſchen Einrichtungen ein endliches Ziel geſetzt wäre).

4) Wenn die *Neigungen* der Planetenbahnen gegen eine feſte Ebene und gegen *einander* langſamen Aenderungen unterworfen ſind, wohin werden dieſe zuletzt führen? Werden dieſe Neigungen endlich alle Grenzen überſteigen, und bei dem einen oder anderen Planeten bis auf 90° gehen, oder gar (nach Art der überhangenden Felſen) auf mehr als 90°, d. h. ſo, daß die Bewegung um die Sonne, ſtatt von Abend gegen Morgen, nun von Morgen gegen Abend geht? Werden alſo auch in *dieſer* Beziehung die Planeten die Natur der Kometen annehmen, deren Bahnen bekanntlich unter allen möglichen Winkeln gegen die jetzigen Planetenbahnen und gegen *einander* geneigt, bald rechtläufig, bald rückgängig ſind? Wird insbeſondere die Neigung der Erdbahn gegen den Erdäquator, welche jetzt 23½° beträgt, und den Beobachtungen zufolge in 100 Jahren um 45 bis 46″ abnimmt, *unaufhörlich* abnehmen, und wird endlich die Ekliptik mit dem Aequator *zuſammenfallen* und dadurch einen *beſtändigen Frühling** herbeiführen? Und wenn es dahin gekommen iſt, wird es dabei verbleiben, oder wird nicht aufs Neue eine, beſtändig zunehmende Schiefe der Ekliptik eintreten, die endlich auf 90° geht? Iſt etwa in früheren Jahrtauſenden eine viel größere Schiefe der Ekliptik geweſen als jetzt (nach einer alten, aber ſehr ungewiſſen indiſchen Sage wird ſie auf mehr als 25° geſetzt), und erklären ſich daraus die Elephantenknochen und Palmbäume, die man in der kalten Zone vergraben findet? (Man merke wohl, daß eine größere Schiefe der Ekliptik für die vom Aequator entfernteren Erdgegenden eben ſowohl einen heißeren Sommer als einen *ſtrengeren* Winter hervorbringt, welcher letztere denn doch weder Elephanten, noch Palmen beherbergen kann; daher das Kindiſche dieſer Erklärungsweiſe). Oder ſind vielmehr den Neigungen der Planetenbahnen gegen eine feſte Ebene und gegen einander, desgleichen der Neigung des Erdäquators gegen die Ekliptik, enge Grenzen vorgeſchrieben, welche ſie nie überſchreiten können? Und welches ſind dieſe Grenzen?

5) Wenn die bisherigen Beobachtungen nicht hinreichen, zu entſcheiden, ob die *mittleren Entfernungen* der Planeten von der Sonne und die davon

* So *pflegt* man zu ſagen; warum aber nicht: beſtändigen Herbſt? Das Ausbleiben des *Sommers* würde unter unſerer geographiſchen Breite die Früchte an ihrer Zeitigung hindern, und dadurch eine klägliche Oekonomie veranlaſſen.

abhängigen ſideriſchen Umlaufszeiten im Laufe der Jahrtauſende progreſſiv ab- oder zunehmen, ſo hat die Theorie der Gravitation dieſe Sache zu unterſuchen. Begreiflicherweiſe iſt die Antwort auf dieſe Frage von der höchſten Wichtigkeit für die Stabilität, zumal für unſere Erde, inſofern einestheils eine bedeutende Veränderung der ſideriſchen Jahreslänge auch eine bedeutende Veränderung der Länge des die Witterung und das Gedeihen der geſammten organiſchen Natur bedingenden tropiſchen Jahrs nach ſich zieht, anderntheils aber eine beträchtliche Annäherung der Erde an die Sonne oder eine beträchtlich weitere Entfernung von derſelben eine über alle unſere Vorſtellungen hinausgehende Zunahme der Hitze oder Kälte, und ſomit wiederum ein Aufhören des uns bekannten organiſchen Lebens zur Folge haben würde. Dazu kommt noch, daß, wenn z. B. die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne beſtändig ab- und die der Venus beſtändig zunähme, die Gefahr des Zuſammenſtoßens beider Planeten eben ſo groß wird, als bei der beſtändigen Zunahme der Excentricität beider Bahnen.

6) Ein ſechstes Element iſt noch die Beſtimmung des von der Sonne aus geſehenen (heliocentriſchen) Orts des Planeten zwiſchen den Fixſternen für eine feſte Epoche, z. B. für den Anfang des Jahrs 1500. Bewegt ſich der Planet mit der Zeit immer ſchneller, ſo läßt ſich dieſe Beſchleunigung unter gewiſſen Umſtänden (nämlich wenn dabei die mittlere Entfernung des Planeten von der Sonne ſich nicht ändert) ſo anſehen, als wenn die zur Rechnung anzuwendende (und nach dem dritten Kepler'ſchen Geſetz unmittelbar aus der mittleren Entfernung des Planeten von der Sonne zu berechnende) Umlaufszeit unverändert bliebe, und dagegen der heliocentriſche Ort (die heliocentriſche Länge des Planeten in ſeiner Bahn) für die Epoche 1500, aus den Beobachtungen des Jahrs 1700 vermittelſt jener unveränderlichen Umlaufszeit rückwärts berechnet, öſtlicher liegt, als der heliocentriſche Ort für die Epoche 1500, aus den Beobachtungen des Jahrs 1600 vermittelſt jener unveränderlichen Umlaufszeit rückwärts berechnet, — und ſo für die folgenden Jahrhunderte immer mehr öſtlich. Oder bewegt ſich der Planet mit der Zeit immer langſamer, ſo läßt ſich dieſe Verzögerung (wenn dabei die mittlere Entfernung des Planeten von der Sonne unverändert bleibt) ſo anſehen, als wenn der heliocentriſche Ort für die Epoche 1500, aus den Beobachtungen des Jahrs 1700 vermittelſt jener unveränderlichen Umlaufszeit rückwärts berechnet, weſtlicher liegt, als der heliocentriſche Ort für die Epoche 1500, aus den Beobachtungen des Jahrs 1600 vermittelſt jener unveränderlichen Umlaufszeit rückwärts berechnet, und ſo für die folgenden Jahrhunderte immer mehr weſtlich. Ob nun eine ſolche Säcular-Ungleichheit der Länge der Epoche ſtatt findet oder nicht, ließ ſich aus den unmittelbaren Beobachtungen ſchwer entſcheiden; daher konnte auch dieſe Sache nur vermittelſt der Theorie der Gravitation ermittelt werden. Wenn gleich nun dieſe Säcular-Ungleichheit für die Stabilität auf den erſten Blick von der geringſten Bedeutung zu ſeyn ſcheint, ſo müſſen wir doch bedenken, daß aus dieſer Erſcheinung unter gewiſſen Umſtänden ſcheinbar eine fortwährende Beſchleunigung oder Verzögerung der mittleren Bewegung des betreffenden Planeten oder Trabanten hervorgehen kann, welche zu Bedenklichkeiten Veranlaſſung gibt. Hierhin gehört die höchſt merkwürdige ſäculare Beſchleunigung unſeres Mondes. Sie hat im vorigen Jahrhundert angefangen, ſich den ſo ſehr vervollkommneten Beobachtungen zu offenbaren. So lange dieſe noch nicht ſo haarſcharf waren (ſelbſt die Flamſteed'ſchen Beobachtungen im Anfang des achtzehnten Jahrhunderts mit eingeſchloſſen), erhielt man die genaueſte Beſtimmung des ſynodiſchen Monats durch Vergleichung der älteſten uns bekannt gewordenen Mondfinſterniß-Beobachtung (zu Babylon im Jahr 721 vor Chr.) mit den neueſten Mondsbeobachtungen, wobei die Ungewißheit einer Viertelſtunde in der Beſtimmung des Mittels der Finſterniß (oder des Augenblicks des Vollmondes) durch den inzwiſchen verſtrichenen langen Zeitraum von mehr als 30000 ſynodiſchen

Monaten ſo vertheilt wurde, daß man faſt die Hundertel-Secunden ſicher zu haben meinte. Als aber nach der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts die unvergleichbar viel genaueren Bradley'ſchen und Maskelyne'ſchen Beobachtungen der Sternwarte Greenwich hinzukamen, hatte man eine ſelbſtſtändige Reihe der neueſten, beſten Beobachtungen vor ſich, aus welchen allein ſich der ſynodiſche Monat mit derſelben Genauigkeit der Hundertel-Secunden, ja noch viel genauer, ergab. Das Reſultat war anfangs ſehr überraſchend: der gegenwärtige Mondumlauf erſchien merklich ſchneller, als der aus Vergleichung der älteſten und neueſten Beobachtungen geſchloſſene; und wenn man mit der gegenwärtigen mittleren Bewegung des Mondes und mit der geſammten Gravitations-Theorie (d. h. mit Berückſichtigung der durch die Anziehung der Sonne im Laufe des Mondes hervorgebrachten mannigfaltigen Störungen) zurückrechnete, ſo ergab ſich das Mittel der Mondfinſterniß faſt 3 Stunden ſpäter, als es beobachtet wurde. Dieſelbe Abweichung zeigte ſich in allmälig abnehmendem Grade, wenn man andere, von Ptolemäus angeführte Sonnen- und Mondfinſterniſſe des Alterthums, deßgleichen die von den Arabern beobachteten, mit der Theorie verglich. Da kamen mehrere Aſtronomen erſten Ranges auf den Gedanken einer fremden, von der Gravitation verſchiedenen Kraft, welche den Mond beſchleunige, und meinten, mit dieſer Beſchleunigung ſey vermöge des dritten Kepler'ſchen Geſetzes auch eine continuirliche Annäherung des Mondes an die Erde verbunden (was ſich bei den in alter Zeit höchſt unvollkommenen Beſtimmungen der Entfernung des Mondes von der Erde vermittelſt der Parallaxe oder des ſcheinbaren Durchmeſſers des Mondes, nicht durch directe Beobachtungen ausmachen ließ). Sie fragten daher: Was wird in künftigen Jahrtauſenden daraus werden? Wird der Mond endlich auf die Erde herabſtürzen? Um dieſe Zeit trat Laplace auf, welcher die mathematiſche Analyſis in ihrer Anwendung auf die Himmels-Mechanik auf eine bis dahin nicht geahnte Stufe der Vollkommenheit erhob; er bemerkte zuerſt, daß man in der Beſtimmung der durch die Sonne hervorgebrachten Störungen des Mondes überſehen hatte, auf die Veränderungen der Excentricität der Erdbahn Rückſicht zu nehmen, und erklärte daraus auf eine ſehr einfache Art die bis dahin ſo räthſelhafte ſäculare Beſchleunigung des Mondes, ohne daß es nöthig war, eine fremde Kraft zu Hülfe zu nehmen; auch bewies er zugleich, daß mit dieſer Beſchleunigung (welche in eine Verzögerung übergeht, ſobald aus der Verminderung der Excentricität der Erdbahn eine Vermehrung derſelben wird) keine Veränderung der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde verbunden iſt, und ſtellte jene Beſchleunigung als eine Säcular-Aenderung der Länge der Epoche dar. Die Frage nun, was endlich daraus werde, hangt, wie man ſieht, aufs Engſte mit der Frage nach der Stabilität der Erdbahn in Beziehung auf ihre Excentricität zuſammen; erreicht dieſe einſt ihr Minimum, oder geht die Erdbahn gar in die völlige Kreisgeſtalt über, ſo hat auch die Umlaufszeit des Mondes ihr Minimum, und wächst wieder, wenn die Excentricität der Erdbahn wächst. Sollte aber einſt nach vielen Jahrtauſenden die Excentricität der Erdbahn über alle Grenzen hinaus wachſen, ſo müßte der Mond immer langſamer laufen, und der Gebrauch der Vollmonde zur Beſtimmung der chriſtlichen Hauptfeſte, namentlich des Oſterfeſtes, müßte eine weſentliche Aenderung erfahren; daſſelbe könnte nicht mehr, wie nach dem bisherigen, durch alte Obſervanz geheiligten Gebrauch, vermittelſt des 19jährigen (Meton'ſchen) Mond-Cyklus berechnet werden, indem dann nicht mehr, wie jetzt, 235 ſynodiſche Monate ſo genau auf den Tag mit 19 tropiſchen Jahren zuſammenfallen würden.

Wir ſehen aus dieſer Zuſammenſtellung die Menge und die Wichtigkeit der zu beantwortenden Fragen; nehmen wir hierzu die Complikation der periodiſchen Störungen des Laufes der Sonne, des Mondes und aller Planeten, ſo müſſen wir ſagen: Wenn gleich nichts Einfacheres gedacht werden kann, als das von Newton entdeckte große Grundgeſetz der Gravitation, ſo bleibt doch die

Anwendung deſſelben in allen Einzelnheiten ein höchſt verwickelter Gegenſtand des Calküls. Wird aber darum jemand unter uns ſagen wie König Alfons von Kaſtilien: Ich hätte dem höchſten Weltbaumeiſter bei der Schöpfung eine einfachere Anordnung des Weltſyſtems vorgeſchlagen, wenn er mich zu Rathe gezogen hätte? Gewiß nicht; denn nun iſt ja die Verwickelung nicht auf Seiten Gottes bei der Anordnung, ſondern auf Seiten der Menſchen bei der Berechnung, wegen des beſchränkten menſchlichen Verſtandes. Ich habe indeß Grund zu hoffen, daß die ganze Theorie der Störungen der Hauptplaneten bald ausnehmend werde vereinfacht werden durch die Unterſuchungen des berühmten Jacobi, vornämlich durch Anwendung der ſogenannten elliptiſchen Functionen, wonach ſelbſt derjenige Theil der Theorie, an deſſen weiterer Vereinfachung ein Hanſen verzweifelte (die von demſelben ſo genannte natürliche Convergenz der Störungs-Function), vereinfacht wird. Und auch wenn dieſe Hoffnung vergeblich wäre, ſo können wir uns doch tröſten, indem wir uns das unendliche göttliche Weſen lebhaft vergegenwärtigen, gegen welches die menſchliche Natur in ein Nichts verſchwindet, ſo daß wir von dem durch Jeſaias (Cap. 55, Vers 8. 9.) ausgeſprochenen Worte des Herrn, das eigentlich ſich auf das ewige Seelenheil der Menſchen bezieht, eine Anwendung auch auf natürliche Gegenſtände machen können: „Meine Gedanken ſind nicht eure Gedanken, und eure Wege ſind nicht meine Wege; ſondern ſo viel der Himmel höher iſt denn die Erde, ſo ſind auch meine Wege höher denn eure Wege, und meine Gedanken denn eure Gedanken.“

Was nun die Löſung des „Stabilitäts-Problems“ betrifft, ſo haben die ausgezeichnetſten Geiſter des vorigen und des gegenwärtigen Jahrhunderts darin ſchon viel gearbeitet, und noch mehr hat man darüber geſprochen. Aber da der menſchliche Geiſt nur zu ſehr geneigt iſt, über die von der Erfahrung geſteckten Grenzen hinaus ſich auf Flügeln der Phantaſie zu ſogenannten ewigen Geſetzen zu erheben, ſo müſſen wir erinnern, daß es insbeſondere des Aſtronomen unwürdig iſt, von der Allgemeinheit irgend eines Geſetzes des Weltſyſtems a priori zu ſprechen, da ihm zur Prüfung die Mittel der feinſten Beobachtung und der umfaſſendſten mathematiſchen Analyſis zu Gebote ſtehen. Man denke ſich zwei Menſchen, den einen mit frommem, aber blindem Glauben ausgerüſtet, welcher im Vertrauen auf die unendliche göttliche Weisheit eine ewige Harmonie oder Stabilität des Weltſyſtems von vorn herein annimmt als etwas Gottes Würdiges; den andern, einen geborenen Zweifler, welcher ſich nur an die Reſultate der ſtrengſten wiſſenſchaftlichen Prüfung hält; man denke ſich, daß beide, unabhängig von einander, den einmal betretenen Weg verfolgen, daß aber zuletzt die Wege beider zu demſelben Ziele führen; wird nicht alsdann die Allmacht und Weisheit Gottes um ſo herrlicher ſtrahlen? Wird nicht dadurch der Wiſſenſchaft erſt ihr rechter Triumph bereitet? Wird nicht auf dieſe Weiſe der menſchliche Geiſt das vollkommenſte Zeugniß von den ihm verliehenen Anlagen ablegen? Wenn wir die Sache aus dieſem Geſichtspuncte betrachten, ſo müſſen wir geſtehen, daß noch viel zu erforſchen übrig iſt, ſelbſt in Beziehung auf das unſern Blicken am nächſten Liegende, die Harmonie des Sonnen- und Mondlaufs. Es fehlt in dieſer Beziehung nicht an Deklamationen, welche mehr aus dem Drange der Sehnſucht, als aus der bereits gründlich abgeſchloſſenen Unterſuchung hervorgegangen zu ſeyn ſcheinen, ſelbſt bei den erſten Geiſtern, ſo daß wir auch einen Laplace nicht ganz ausſchließen dürfen, wenn anders die von ihm gebrauchten Ausdrücke, abſolute Ewigkeit u. dgl., nicht etwa cum grano salis zu verſtehen ſind.

„Nach dem Mond rechnet man die Feſte,“ ſagt der weiſe Sirach (Cap. 43, V. 7. 8.): „er iſt ein Licht, das abnimmt und wieder zunimmt; er macht den Monat, er wächst und verändert ſich wunderbarlich.“ Dieſe kurzen Worte enthalten einen tiefen Sinn, nämlich nichts Geringeres als eine Ahnung jener ewigen Harmonie, welche vollſtändig zu begründen und zu begrenzen erſt den neueſten Zeiten vorbehalten war. Denn ſo ſehr es auch ſchon die edelſten Kräfte des

menſchlichen Geiſtes in Anſpruch nahm, aus Beobachtungen die dem *gegenwärtigen Zeitalter* angehörige mittlere Dauer des tropiſchen Jahres und des ſynodiſchen Monats zu beſtimmen, bis endlich *Lalande*, *von Zach* und *Beſſel* übereinſtimmend ein tropiſches Jahr von 365 Tagen 5 Stunden 48′ 48″ fanden, — ſo dürfen wir doch dabei (und wenn es auch nur auf die Entwerfung eines conſtanten Schaltjahrſyſtems ankommt) nicht ſtehen bleiben, ſondern müſſen bedenken, daß nur das *ſideriſche* Jahr nach den ſcharfſinnigſten analytiſchen Unterſuchungen eines *Laplace*, *Poiſſon* u. ſ. w. auf Millionen von Jahren (um nicht zu ſagen, in Ewigkeit) unveränderlich iſt, während das tropiſche wegen der veränderlichen Präceſſion im Laufe der Jahrhunderte kleine Schwankungen erleidet, welche ſich in ſonderbar verſchlungenen Perioden von 40000 und mehr Jahren ausgleichen und dadurch ein gewiſſes *mittleres* tropiſches Jahr, etwas verſchieden von dem des gegenwärtigen Zeitalters, herbeiführen, zu welchem alle durch die Anziehung der Sonne, des Mondes und der übrigen Planeten hervorgebrachten Störungen das Erdſphäroid durch einen Zeitraum vieler Jahrtauſende immer wieder zurückführen. So gilt alſo die oben angeführte Beſtimmung, 365 T. 5 St. 48′ 48″, ſtreng genommen nur für das vorige und gegenwärtige Jahrhundert. Die darauf begründete Schalt-Regel, aus dem gregorianiſchen Syſtem alle 3600 Jahre einen Tag auszuſtoßen, wie *Delambre* am Ende des vorigen Jahrhunderts vorſchlug, hat daher in ſich ſelbſt keinen Halt; denn wollten wir ſie im Jahre 3600 unſerer Zeitrechnung zum erſtenmale anwenden, ſo würde unterdeſſen das gegenwärtige tropiſche Jahr ſchon einem merklich kürzeren Platz gemacht haben, nämlich nach *Beſſel's* vorläufiger Beſtimmung einem von 365 T. 5 St. 48′ 37″, wonach aus dem gregorianiſchen Syſtem nicht mehr alle 3600 Jahre, ſondern alle 2400 Jahre ein Tag ausgeſtoßen werden müßte. Um alſo einen Canon der Schaltjahre und Oſterfeſte auf ſo lange Zeit als möglich im Voraus zu entwerfen, können wir nicht umhin, die höchſt verwickelte Theorie der *Präceſſion* und ihrer Säcular-Aenderungen möglichſt gründlich zu durchforſchen, und daraus die — bisher, meines Wiſſens, noch in keinem aſtronomiſchen Werke, auch in *Schubert's* theoretiſcher Aſtronomie nicht, mit definitiver Gewißheit entwickelte — Beſtimmung jenes problematiſchen *mittleren* tropiſchen Sonnenjahrs abzuleiten. Das ſetzt aber wegen des engen Zuſammenhanges auch ein möglichſt tiefes Eingehen in die Löſung des geſammten Stabilitäts-Problems für alle 7 Hauptplaneten voraus.

Man hat zur Berechnung der Säcular-Aenderungen aller Elemente der Planetenbahnen zwei Wege eingeſchlagen; der eine iſt einfacher als der andere, reicht aber nur auf eine beſchränktere Anzahl von Jahrhunderten aus, indem 1200 Jahre vor und nach dem Ausgangspuncte der Rechnung (vor und nach der ſogenannten *Fundamental-Epoche*, wozu jetzt noch gewöhnlich der Anfang des Jahrs 1800 gewählt wird) die analytiſchen Formeln ihre Genauigkeit (ja ſogar ihre Convergenz) zu verlieren anfangen, und alle darüber hinaus fortzuſetzenden Schlüſſe ſehr bald unzuverläßig machen. Daß dieſe Methode dem Bedürfniſſe der *Kirche* nicht genügt, welche ihre Beſeligungspläne für alle menſchlichen Dinge vielmehr in die Ewigkeit ausdehnt, iſt für ſich klar. In dieſer Hinſicht mußte eine andere, vor etwa 60 Jahren von *Lagrange* und *Laplace* eingeleitete Methode willkommener ſeyn, welche es ſich zum Ziel ſetzte, Formeln für die Säcular-Gleichungen auf eine unbeſtimmte Anzahl von Jahrhunderten zu entwickeln, wodurch man der Beantwortung der Lebensfrage über die ewige Stabilität oder Nicht-Stabilität möglichſt nahe käme. In der That ein großes, aber auch ein belohnendes Feld der menſchlichen Unterſuchung! Bei der großen Verwickelung der Aufgabe, wohin auch die nur auf einem ſehr langſamen Wege zu erhaltende genauere Beſtimmung der *Maſſen* der einzelnen Planeten gehört (zumal derer, die keine Trabanten haben), konnte es nicht fehlen, daß auch die größten Geiſter in den zu entwickelnden Formeln gewiſſe Glieder überſahen, welche anfangs unbedeutend ſchienen, aber doch durch die *Integration* (d. h. durch die Sum-

mirung für einen ſehr langen Zeitraum von vielen Jahrtauſenden) zu einem ſehr beträchtlichen Werthe anwachſen konnten und dadurch gewiſſe, vorher gemachte wichtige Schlüſſe gänzlich über den Haufen warfen. Daher konnte man nicht vorſichtig genug zu Werke gehen; daher verzweifelte Laplace bis zu ſeinem (im Jahr 1827 erfolgten) Tode an der zuverläßigen Beſtimmung der Coefficienten der einzelnen Glieder der hieher gehörigen Formeln, um der Ungewißheit gewiſſer Planetenmaſſen willen, und begnügte ſich mit dem allgemeinen Reſultate (wovon er ſubjectiv eine feſte Ueberzeugung zu haben ſchien), daß alle Glieder der Säcular-Gleichungsformeln nur periodiſch ſeyen, und daß daher im Planetenſyſtem eine ewige Stabilität herrſche, d. h. daß den Excentricitäten und Neigungen aller Planetenbahnen gewiſſe enge Grenzen vorgeſchrieben ſeyen, welche ſie nie überſchreiten können. Vornämlich bemühte er ſich, dieſes Reſultat aus der gegenwärtig ſehr geringen Excentricität und Neigung aller 7 Hauptplaneten-Bahnen, verbunden mit dem Umſtande, daß ſämmtliche Umläufe um die Sonne nach einerlei Richtung (von Abend gegen Morgen) geſchehen, abzuleiten. Aber in der feſten Begründung dieſes großen Gedankens, und noch mehr in der numeriſchen Beſtimmung der Coefficienten der Säcular-Gleichungsformeln, konnte man, wie geſagt, nicht Vorſicht genug anwenden, und bedurfte namentlich einer großen Menge Controllen der Rechnung nebſt gewiſſen Kunſtgriffen, um dem Irrthum den Faden abzuſchneiden, um nicht, ſo zu ſagen, ins Blaue hineinzurechnen. Daher können wir uns nicht wundern, daß eine ſolche Arbeit nicht auf Einmal und durch die Kräfte Eines Menſchen zu Ende geführt wurde, daß erſt mehrere fruchtloſe Verſuche erſchienen. Aber

In magnis voluisse sat est, — —

und wir dürfen auch den hieher gehörigen, wenn gleich verunglückten Verſuch des verdienſtvollen Herrn von Pontécoulant nicht ganz verachten, in deſſen Théorie analytique du système du monde, Tom. III. pag. 389—401,* welche Arbeit auch durch ihre Fehler zeigte, worauf es ankam, und dadurch den Weg bahnte zur Heraufförderung der Wahrheit aus ihrem tiefen Schachte, die dann endlich in dieſen letzten 6 Jahren glänzend ans Tageslicht gebracht wurde durch die ausgezeichnete Arbeit des Herrn Le Verrier in deſſen klaſſiſcher Doppel-Abhandlung (in der Pariſer „Connaissance des tems“ für 1839 und 1840) über die Säcular-Aenderungen der Elemente der Bahnen der 7 Hauptplaneten, Mercur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus. Die Reſultate dieſes Werks ſind uns in gewiſſen Tabellen vor Augen geſtellt, die uns tiefere Blicke in das innerſte Getriebe der Himmels-Maſchine thun laſſen, als es bisher einem Sterblichen vergönnt war, die vor unſern Ohren gleichſam die großen Pendelſchläge der Natur ſchlagen laſſen, die Pulsſchläge des Welt-Organismus, deren jeder einzelne Zehntauſende oder Hunderttauſende von Jahren zu ſeiner Vollendung erfordert, — die uns ſicherer, als es bisher möglich war, belehren über das langſame Anwachſen und Wiederabnehmen der Excentricitäten und Neigungen der Planetenbahnen, wie auch über die Bewegungen ihrer Apſiden- und Knotenlinien, ſo wie über die Stabilität des Syſtems, über die

— — certi denique fines,
Quos ultra citraque nequit consistere

ein jedes der Elemente der einzelnen Bahnen, ſo daß von dieſen Grenzen wieder eine Rückkehr ſtattfinden muß in den uralten Zuſtand. Fürwahr, dieſe Tabellen

* Der junge Eugen Bouvard, welchen Pontécoulant als Gehülfen zur Ausführung numeriſcher Rechnungen brauchte, hat gegen die auf ihn (auf Eugen B.) gerichteten Angriffe proteſtirt und gezeigt, daß ſeine Rechnungen abſolut richtig geweſen ſeyen, und nur die von P. ihm gegebenen Rechnungs-Vorſchriften die Irrthümer veranlaßt haben. Daß P. es verſäumte, in der Controlle der Reſultate auf die gegenwärtigen Elemente der Planetenbahnen Rückſicht zu nehmen, iſt freilich etwas ſtark, verdient aber doch nicht die ſkandalöſen Schmähungen des Herrn Arago.

enthalten eine reiche Fundgrube für die erhabenſten Betrachtungen der vergangenen und zukünftigen Schickſale jeder einzelnen Planetenbahn, man möchte ſagen für die Ewigkeit; die weitere Ausführung und Anwendung der hier aufgeſtellten Reſultate führt zu unerſchöpflichen Entwicklungen, wovon wir, durch die Sehnſucht nach Entwerfung eines auf möglichſt viele Jahrtauſende unveränderlich ausreichenden Kalender-Syſtems im Intereſſe der *Kirche* angetrieben, verſucht haben, nur dasjenige (und zwar nach einer durchgreifenden Reviſion aller numeriſchen Reſultate) zu benutzen, was dieſe unſere kleine Erde und den ſie begleitenden Mond näher angeht. Dieſe Arbeit wurde uns durch *Le Verrier* ſelbſt ſehr weſentlich erleichtert, dadurch daß derſelbe ſeinen Formeln gewiſſe Glieder hinzugefügt hat, wodurch es künftighin möglich wird, die nöthigen Correctionen wegen der inzwiſchen genauer beſtimmten *Maſſen* der einzelnen Planeten jedesmal augenblicklich anzubringen, — ein Umſtand, welcher bei allen Störungsrechnungen von höchſter Wichtigkeit iſt. Ja wir können ſagen, *Le Verrier* hat ſich ſelbſt übertroffen, indem er in ſeiner zweiten Abhandlung aufdeckte, daß Alles, was er in der erſten in Uebereinſtimmung mit *Lagrange* und *Laplace* geſchrieben, wie ſchön auch im vorigen Jahrhundert, doch, aus dem Geſichtspunct der im gegenwärtigen Jahrhundert weiter fortgeſchrittenen Analyſis betrachtet, nur eine große und ſüße Täuſchung war, weil in den Säcular-Gleichungsformeln die (anfangs unbedeutend ſcheinenden) mit den dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder vernachläßigt waren, — und indem er dieſen Fehler ſo vollkommen verbeſſerte, wie es nach unſerer bisherigen Kenntniß der Planetenmaſſen irgend möglich war, und auf dieſem Wege die *übertriebenen* Vorſtellungen von der *unbedingten* und *ewigen* Stabilität aller 7 Planetenbahnen in die gemäßigte Mitte der unverfälſchten, objectiven Wahrheit zurückdrängte. Hiernach werden nun ſelbſt unſere Anſichten des göttlichen Weſens namhaft berichtigt. Wir legen an daſſelbe nicht mehr den Maßſtab deſſen, was wir nach unſern beſchränkten menſchlichen Vorſtellungen für das Vollkommenſte halten, ſondern deſſen, was ſich uns nach unzweifelhafter Beobachtung und darauf gegründeter, durchgreifender Rechnung als das objectiv Wahre mit eiſerner Nothwendigkeit aufdrängt. Wir werfen alle *vorgefaßten* Meinungen weg. Gott erſcheint uns nun als der Allmächtige, nicht nur inſofern er ewig erhalten, ſondern auch inſofern er zerſtören kann, inſofern er Leib und Seele verderben mag in die Hölle. Es iſt eine *Abſtufung* in der Stabilität der verſchiedenen ſichtbaren Syſteme, und unſere Erde iſt in dieſer Beziehung *nicht* unbedingt zum Schauplatz der höchſten Vollkommenheit beſtimmt. Es iſt eine klaſſiſche, zuerſt von *Le Verrier* gemachte und in ſeiner zweiten Abhandlung entwickelte Entdeckung, daß das Syſtem der 7 Hauptplaneten aus 2 weſentlich von einander verſchiedenen Partial-Syſtemen beſteht, deren das eine einer *unbedingteren* Stabilität genießt, als das andere, jenes aus den 3 größten Planeten, Jupiter, Saturn und Uranus, beſtehend, und dieſes die unvergleichbar viel kleineren, Merkur, Venus, Erde und Mars umfaſſend (Veſta, Juno, Ceres und Pallas würden hiernach eine dritte, und die Kometen eine vierte Stufe der Vollkommenheit einnehmen). Eine überraſchende Beſtätigung des entſchiedenen Vorzuges, welchen das „*Stillleben*“ aus anderen Gründen, wenigſtens ahnungsweiſe, dem Jupiter vor der Erde gibt.

Schon *Lagrange* und *Laplace* machten es klar, daß die Excentricitäten und Neigungen der Merkurs-, Venus-, Erd- und Marsbahn größeren Schwankungen ausgeſetzt ſeyn müſſen, als die der Jupiters-, Saturns- und Uranusbahn, weil jene zu der ſich gleichbleibenden Summe der Quadrate der Excentricitäten oder Neigungen (wovon jedes Quadrat mit der Maſſe des betreffenden Planeten und mit der Quadratwurzel aus der mittleren Entfernung des Planeten von der Sonne multiplicirt iſt), *

* *Lagrange* und *Laplace* bewieſen in der That, daß die Summe der Quadrate der Excentricitäten (oder Neigungen) der Hauptplaneten, jedes Quadrat mit der

wegen der Geringfügigkeit der Merkurs-, Venus-, Erd- und Marsmaſſe, im Vergleich zur Jupiters-, Saturns- und Uranusmaſſe, auch unter Vorausſetzung ſehr großer Excentricitäten und Neigungen nur einen kleinen Theil beitragen. Dennoch boten Laplace, und nach ihm Pontécoulant alle ihre Kräfte auf, den Beweis der ewigen Stabilität auch der Merkurs-, Venus-, Erd- und Marsbahn, wonach dieſe ſelbſt unter beträchtlichen Schwankungen immer zu einem dauernden Mittelzuſtand zurückkehren ſollten, ſo bündig als möglich zu führen, wobei ſie die verſteckteſten Geheimniſſe der Algebra, der verwickelten Natur der Wurzeln höherer Gleichungen, heraufbeſchworen und ſich nicht mit ganz allgemeinen Betrachtungen begnügten, ſondern auch unter Berückſichtigung der aus den Beobachtungen hergeleiteten wirklichen, in Zahlen ausgedrückten Elemente der einzelnen Bahnen (der von dem Petersburger Schubert ſo genannten poſitiven Geſetze unſeres Planeten-Syſtems, ſiehe deſſen theoretiſche Aſtronomie, Theil 3, S. 13. 14.) die faſt unüberſehbaren numeriſchen Rechnungen, von den beiden Bouvard unterſtützt, durchführten. Aber es fehlte noch immer eine Hauptſache, die Berückſichtigung der mit den dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder, deren Weitläuftigkeit immer von der vollſtändigen Entwicklung abſchreckte (es ſind für die Formel der Säcular-Aenderungen jedes einzelnen Elements einer Planetenbahn über 4000 ſolche Glieder), und die bei oberflächlicher Anſicht für unbedeutend gehalten wurden. Le Verrier hatte zuerſt den Muth, dieſe Schwierigkeit zu überwinden, d. h. nicht ſowohl die gedachten Glieder vollſtändig zu entwickeln (was vielleicht erſt nach einigen Jahrhunderten geſchehen wird, wenn wir aus fortgeſetzten Beobachtungen viel genauere Beſtimmungen der Maſſen der einzelnen Planeten haben werden, als jetzt), als vielmehr ſie nur näher in Ueberlegung zu nehmen, und die Berechnung ſo weit durchzuführen, als für die Entſcheidung der Lebensfrage der Stabilität unumgänglich nöthig war. Glücklicherweiſe kam er dadurch auf diejenige Löſung des Problems, welche uns nach unſerer jetzigen Kenntniß der Planetenmaſſen (kurz geſagt, nach allen bisherigen Beobachtungen) überhaupt zugänglich iſt. Unſer Wiſſen iſt Stückwerk, und unſer Weiſſagen iſt Stückwerk. Aber es gehört weſentlich mit zur menſchlichen Weisheit, unter dem Stückwerk das Gewiſſe von dem Ungewiſſen ſcharf zu unterſcheiden. Wir können, indem wir die Planetenmaſſen in Zahlen ausdrücken, deren Einheit die Sonnenmaſſe iſt, bei jeder einzelnen dieſer Zahlen gewiſſe Grenzen angeben, innerhalb deren der noch mögliche Fehler ſicherlich eingeſchloſſen iſt; ſo ſagen wir jetzt, die Merkursmaſſe ſey $^1/_{4865751}$ der Sonnenmaſſe und ungewiß um $^1/_3$ des eben angeführten Bruches, d. h. ſie könnte allenfalls auch $^2/_3 \times {}^1/_{4865751}$ oder $^4/_3 \times {}^1/_{4865751}$ der Sonnenmaſſe betragen. Le Verrier war in dieſer Hinſicht ſehr vorſichtig, indem er überall die Ungewißheit lieber zu groß als zu klein anſchlug. Hieraus ergaben ſich ihm nun folgende wichtige Sätze:

1) Die Excentricitäten und Neigungen der Jupiters-, Saturns- und Uranusbahn bleiben ſtets (wenigſtens auf viele Millionen von Jahren) in ſehr engen Grenzen eingeſchloſſen, ſo daß die Zeichnung dieſer Bahnen, oberflächlich angeſehen, nie merklich von der Kreisgeſtalt abweichen wird; deßgleichen bewegen ſich ihre Apſiden- und Knotenlinien zwiſchen den Fixſternen ſtets nur mit äußerſter Langſamkeit; es werden zur Erreichung der Maxima und Minima der Excentricitäten und gegenſeitigen Neigungen (welche Maxima und Minima übrigens nicht bei allen Pulſationen gleich ſind), deßgleichen zu einem vollſtändigen Umlauf der Apſiden- und Knotenlinien durch den ganzen Thierkreis oder zum Zuſammenfallen je zweier Apſiden- und Knotenlinien, Perioden von 900000, ja von Millionen Jahren erfordert; der Einfluß der mit den dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder in den Säcular-Gleichungs-

Maſſe und mit der Quadratwurzel der mittleren Entfernung multiplicirt, unverändert bleibt, wenn man die dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen vernachläſſigt.

Formeln iſt periodiſch und unbedeutend, auch innerhalb der Grenzen der Ungewißheit wegen der noch nicht ganz genau beſtimmten Maſſen dieſer drei Planeten eingeſchloſſen; nur der Einfluß der mit den fünften, ſiebenten u. ſ. w. Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder könnte nach vielen Millionen von Jahren merklich werden und ſpäterhin die Excentricitäten und Neigungen über alle Grenzen hinaus wachſen laſſen und dadurch die Stabilität gefährden; wenn man hiervon und von der (gleichfalls erſt nach Millionen von Jahren merklich werdenden) Anziehung benachbarter Fixſterne auf unſer Planetenſyſtem abſtrahirt, ſo genießt das Syſtem jener drei größten Planeten einer ewigen Stabilität, einer ewig-regelmäßigen und nur in äußerſt geringen Schwankungen eingeſchloſſenen Abwechſelung der Jahreszeiten, und dieſe drei Körper bleiben ſtets in ſo ehrerbietigen Entfernungen von einander, daß zwiſchen Jupiter und Saturn ewig die große Kluft von 100 Millionen, und zwiſchen Saturn und Uranus von 200 Millionen Meilen befeſtigt iſt. Nie iſt der Beweis dieſer Wahrheiten vor Le Verrier ſo bündig geführt worden.

2) Die Bahnen des Merkur, der Venus, Erde und des Mars genießen nicht derſelben unbedingten Stabilität. Unſere bisherige Kenntniß der Planetenmaſſen reicht zwar nicht hin, die ewige Stabilität dieſer vier Bahnen zu widerlegen, aber auch nicht, ſie zu beweiſen. In dieſer Beziehung iſt unſerer Wißbegierde für jetzt und noch auf lange Zeit ein Zügel angelegt. Ebendaher können wir auch für das Bedürfniß der Kirche kein Kalenderſyſtem für die Ewigkeit entwerfen, ſondern müſſen zufrieden ſeyn, wenn es nur auf viele Jahrtauſende (nicht auf Millionen von Jahren) ausreicht. Einige in den Formeln für die Säcular-Aenderungen der Merkurs-, Venus-, Erd- und Mars-Elemente vorkommende Glieder mit den dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen erlangen nämlich durch die Integration einen Werth, über welchen wir, ob er ſehr klein oder ſehr groß, ja wohl gar unendlich ſey, bei der noch ſtattfindenden, wenn gleich geringen Ungewißheit gewiſſer Planetenmaſſen nichts Beſtimmtes ausſagen können. Sollte nun der Coefficient eines ſolchen Gliedes ſo groß ſeyn, daß er den Coefficienten der mit den erſten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder gleichkommt oder ſie noch übertrifft, ſo würden die Schlüſſe hinſichtlich der ewigen Stabilität, wie ſie von Laplace ausgegangen, ihre Bündigkeit verlieren, und die Excentricitäten und Neigungen dereinſt über alle Grenzen hinauswachſen; inſofern können wir alſo ſagen, daß die Stabilität des von Merkur, Venus, Erde und Mars gebildeten Syſtems um jener anfangs unbeachteten Glieder der Formeln willen in Gefahr kommt.

Bei dieſem Reſultat hat Le Verrier ſeine Unterſuchung abgebrochen, indem er den Wunſch hinzufügte, daß die Analytiker durch eine vollſtändigere Integration ein Mittel finden möchten, dieſe Schwierigkeit zu heben, welche, wie er ſagt, vielleicht nur von der Form der bisher eingeleiteten analytiſchen Unterſuchung herrührt. Ueber eine veränderte Form nun nachzudenken, dazu wurden wir durch das Bedürfniß der Kirche angetrieben, welche, wenn gleich ſie darauf verzichten muß, ein Kalenderſyſtem für die Ewigkeit zu entwerfen, ſich doch nicht auf den vorhin angeführten Zeitraum von 1000 oder 1200 Jahren der ſogenannten Bedürfniſſe der Aſtronomie (ein Ausdruck des Herrn von Pontécoulant) beſchränken kann, ſondern berechtigt iſt, ihre Pläne auf eine ſo lange Reihe von Jahrtauſenden anzulegen, als es nach dem jetzigen Zuſtande der Sternwiſſenſchaft (namentlich nach unſerer gegenwärtigen Kenntniß der Planetenmaſſen) irgend möglich iſt. Es gibt daher offenbar ein gewiſſes Mittelding zwiſchen Stabilität und Nicht-Stabilität, das wir die bedingte Stabilität oder Stabilität im engeren Sinne nennen und von ewiger Stabilität unterſcheiden können. Den Begriff derſelben näher zu beſtimmen, dazu dienten uns folgende Betrachtungen.

Le Verrier hat (wie es auch am einfachſten war) die in die Säculargleichungs-Formeln einfließenden Zahlen-Coefficienten ſo beſtimmt, daß dieſe Formeln, mit Vernachläßigung der drit-

ten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen, den aus Beobachtungen beſtimmten Elementen aller Planetenbahnen für die Fundamental-Epoche (1. Januar 1800) Genüge thun. Hieraus folgt von ſelbſt, daß die hinzukommenden, mit den dritten Potenzen behafteten Glieder eine ſolche Form haben müſſen, daß ſie für die Fundamental-Epoche verſchwinden, — daß ſie alſo für die der Fundamental-Epoche zunächſt benachbarten Jahrhunderte ſehr nahe der Zeit proportional ſeyn müſſen, wenn man die Zeit von der Fundamental-Epoche an rechnet. Die Analyſis beweist nun leicht, daß für entferntere Jahrhunderte, wo die Proportionalität mit der Zeit nicht mehr ſo genau zutrifft, die Abweichung von dieſer Proportionalität Glieder erzeugt, welche ſehr nahe dem Quadrat der Zeit proportional ſind, und weiterhin Glieder dem Cubus der Zeit proportional, u. ſ. w. Das eben iſt die veränderte Form der analytiſchen Entwickelung, wodurch die bei Le Verrier zurückgebliebene Schwierigkeit theilweiſe gehoben, wodurch der Begriff der bedingten Stabilität hervorgerufen wird. Dieſer Zweck würde aber nicht erreicht, wenn man die Reihe der mit den Potenzen der Zeit behafteten Glieder irgendwo willkürlich abbrechen, wenn man nicht wenigſtens eine Ueberlegung über den größtmöglichen Werth aufſtellen wollte, welchen die Summe der übrigen Glieder haben kann, — um ſo mehr, als es faſt unausführbar geweſen wäre, für jedes Element die oben angeführten mehr als 4000 Glieder vollſtändig numeriſch zu berechnen, daher man ſich begnügen mußte, die Maxima der einzelnen Beſtandtheile derſelben (die ſogenannten Ordnungen der einzelnen Glieder) in möglichſt compendiöſer Ueberſicht zuſammenzuſtellen. So brachten wir es durch glückliche Combinationen dahin, an die Stelle der Reihe der mit den Potenzen der Zeit behafteten Glieder jedesmal ein einzelnes Glied zu ſetzen, von welchem man gewiß ſeyn konnte, daß es wenigſtens nicht kleiner ſey, als die vollſtändige Summe der Reihe der unendlich vielen, mit den Potenzen der Zeit behafteten Glieder, oder, richtiger geſagt, nicht kleiner, als die 4000 mit den dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder, welche in die Reihe der Potenzen der Zeit aufgelöst waren. Das Ergebniß ſtellte ſich höchſt einfach heraus: die Zahl, welche bei jedem Element anzeigt, von welcher Ordnung die zur Le Verrier'ſchen Formel wegen der vernachläßigten dritten, fünften, ſiebenten u. ſ. w. Potenzen der Excentricitäten und Neigungen hinzuzufügenden Correctionen ſind, wächst, von der Fundamental-Epoche an, der Zeit proportional. Auf dieſe Art war an die Stelle der unendlich vielen, mit der erſten, zweiten, dritten u. ſ. w. Potenz der Zeit behafteten Glieder ein einziges, bloß mit der erſten Potenz der Zeit behaftetes Glied getreten, deſſen Coefficient (d. h. die mit der erſten Potenz der Zeit multiplicirte Zahl) zwar größer war, als der Coefficient des urſprünglichen mit der erſten Potenz der Zeit behafteten Gliedes, aber ſo, daß dieſer zu große Werth des Coefficienten nicht ſchadete (denn da es darauf ankam, den Fehler zu ſchätzen, welcher den Le Verrier'ſchen Formeln wegen Vernachläßigung der dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen anhaftete, ſo war es beſſer, dieſen Fehler zu groß, als ihn zu klein zu ſchätzen), und zugleich ſo, daß der Ueberſchuß des nunmehrigen, mit der erſten Potenz der Zeit behafteten Gliedes über das urſprüngliche, mit der erſten Potenz der Zeit behaftete Glied wenigſtens nicht kleiner war, als die Summe der unendlich vielen, mit der zweiten, dritten u. ſ. w. Potenz der Zeit behafteten Glieder. Der Coefficient dieſes Einen, mit der erſten Potenz der Zeit behafteten Gliedes nun, welches anzeigt, von welcher Ordnung die zur Le Verrier'ſchen Formel hinzuzufügende Correction für jede gegebene künftige Epoche ſey, mußte nun für jedes Element einer Planetenbahn beſonders berechnet werden. Daraus wird ferner geſchloſſen,

„daß wir nach unſerer bisherigen Kenntniß der Planetenmaſſen noch nicht ſicher ſind, ob das von Merkur, Venus, Erde und Mars gebildete Syſtem einer ewigen Stabilität der Excentricitäten und Neigungen genießt, wobei die äußerſte Grenze

der Excentricität der Merkurs-Bahn = 0,229,
„ „ „ Venus- „ = 0,09,
„ „ „ Erd- „ = 0,08,
„ „ „ Mars- „ = 0,144

iſt (wie Le Verrier in ſeiner erſten Abhandlung herausgebracht), oder ob dieſe Grenzen in den künftigen Jahrtauſenden nach und nach in

$$0{,}229 + 0{,}0000001508\ t^{*}$$
$$0{,}09 + 0{,}0000000149\ t$$
$$0{,}08 + 0{,}0000000117\ t$$
$$0{,}144 + 0{,}0000000334\ t$$

erweitert werden, und ſo endlich über alle Grenzen hinausgehen.“

In letzterem Falle eilt das Syſtem (auch wenn die mittleren Entfernungen dieſer vier Planeten von der Sonne unverändert = 0,3871, 0,723, 1,000, 1,524 bleiben) ſeinem endlichen Untergange entgegen, ſo daß wir vor einem Zuſammenſtoße des Merkur mit der Venus nur 1447000 Jahre lang, vor einem Zuſammenſtoße der Venus mit der Erde nur 3200000 Jahre, und vor einem Zuſammenſtoße der Erde mit dem Mars nur 1930000 Jahre ſicher ſind; und dieſe Zeiträume können (da die Rechnung nur eine Schätzung iſt) unter Zuſammenwirkung der ungünſtigſten Umſtände (nämlich wenn von den vernachläßigten Gliedern mehrere faſt zu gleicher Zeit ihr Maximum erreichen und ſich nicht gegenſeitig aufheben),** etwa bis auf 1000000 Jahre oder noch etwas weniger verkürzt werden. Man merke wohl, daß auch im Falle der Nicht-Stabilität hier nur von Möglichkeit des Zuſammenſtoßens die Rede iſt; denn die Wahrſcheinlichkeit deſſelben bleibt auch dann noch, weil zwei Planeten nicht leicht zu gleicher Zeit im Durchſchnittspunct ihrer Bahnen anlangen, faſt eben ſo gering, als die von Olbers berechnete Wahrſcheinlichkeit des Zuſammenſtoßens eines Kometen mit der Erde. (Olbers brachte bekanntlich heraus, daß dieſer Fall im Durchſchnitt nur etwa alle 140000000 Jahre Einmal zu erwarten ſey.)

Aber, wird man ſagen, zur Stabilität gehört doch wohl noch etwas mehr, als daß zwei Planeten nur nicht mit einander zuſammenſtoßen; denn ſchon viele Jahrhunderte vor einer ſolchen furchtbaren Kataſtrophe müßte eine gänzliche Revolution der Jahreszeiten- und Witterungs-Verhältniſſe vor ſich gehen, weil die Bahnen ſehr excentriſch geworden ſind. Hierauf erwiedern wir: Es gibt überhaupt für die Excentricitäten und Neigungen keine ſcharfe Grenze, innerhalb deren ſie eingeſchloſſen bleiben müſſen, um noch als ſehr klein gelten zu können; man kann ſich auch eine Stabilität mit ſehr bedeutenden Schwankungen denken, wofern nur immer eine Rückkehr zu einem beſtimmten mittleren Zuſtande ſtattfindet (etwa ſo, wie wenn ein Pendel bis in die horizontale Lage oder noch darüber hinaus, nur nicht bis in die ſenkrecht nach oben gerichtete Lage, ſchwingt). Wir müſſen daher zum Behuf unſeres zu entwerfenden Kalenders die Stabilitäts-Frage in Beziehung auf die Erdbahn etwas anders ſtellen. Es iſt ein Zeitraum zu beſtimmen, innerhalb deſſen wir ſicher ſeyn können, daß für ein gegebenes Jahr die Ungewißheit des Zeitpuncts der Frühlings-Nachtgleiche wegen der vernachläßigten, mit den höheren Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder weniger als einen ganzen Tag beträgt. Hat man dieſen Zeitraum beſtimmt, ſo weiß man, auf wie viele Zeit im Voraus man die Ordnung der Schaltjahre feſtſtellen könne, ohne fürchten zu dürfen, daß dieſe Anordnung inzwiſchen wieder umgeſtoßen werden müſſe.

* Hier ſoll t die Anzahl der nach dem 1. Januar 1800 verfloſſenen julianiſchen Jahre bedeuten.

** Dieſe ungünſtige Zuſammenwirkung iſt aber nicht von ſo hoher Bedeutung, als es auf den erſten Blick ſcheinen möchte, da von den oben angeführten mehr als 4000 Gliedern zwei oder drei ſo prädominiren, daß alle übrigen dagegen kaum in Betracht kommen.

Dieſen Zeitraum können wir den Zeitraum der *Stabilität der Erdbahn im engeren Sinne* nennen.

Um ihn zu beſtimmen, mußte zuerſt auf die *Veränderungen der Excentricität* der Erdbahn und auf die *Bewegung ihrer Apſidenlinie* Rückſicht genommen werden, wovon die Berechnung des Tages der *wahren Frühlingsnachtgleiche* (im Gegenſatz der *mittleren*) hauptſächlich abhangt. Hiernach fand ſich ein Zeitraum der Stabilität der Erdbahn im engeren Sinne von 736000 Jahren, innerhalb welcher Zeit die Grenze der Excentricität (von *Le Verrier* auf 0,08 angegeben) ſich höchſtens etwa bis auf 0,08433 erweitert. Aber jene 736000 Jahre ziehen ſich ſehr merklich zuſammen, wenn man nicht an die ſideriſche, ſondern (wie es zum Behuf der Entwerfung des Kalenders und zur Beſtimmung der chriſtlichen Hauptfeſte erforderlich iſt) an die *tropiſche* Bewegung der Erde um die Sonne denkt. Denn während die Excentricität und die Lage der Apſidenlinie ſich im Laufe der Jahrhunderte ändern, bewegen ſich die *Aequinoctialpuncte* in ihrem Zurückweichen zwiſchen den Fixſternen mit *ungleichförmiger* Geſchwindigkeit, und eben dadurch ändert ſich die *tropiſche* Jahreslänge (denn die Aenderungen der Excentricität und der Lage der Apſidenlinie tragen dazu, wie ſich deutlich zeigen läßt, *nichts* bei). Daraus entſteht die ſogenannte *Säculargleichung der Nachtgleichenpuncte*, d. h. die Correction, welche an die für künftige Jahrhunderte vermittelſt der *gegenwärtigen* tropiſchen Bewegung berechneten ſcheinbaren Oerter der Weltkörper an der Himmelskugel anzubringen iſt, um der ungleichförmigen Präceſſion zu genügen. Dieſe Correction hat *Delambre* in eine (ſeinen Tafeln des Sonnenlaufs einverleibte) Tafel gebracht, welche aber (weil er bei der *Laplace*'ſchen Theorie der Präceſſion ſtehen blieb) nur bis 1200 Jahre nach der Fundamental-Epoche, alſo bis zum Jahr 3000 unſerer Zeitrechnung brauchbar iſt. Dieſe Tafel mußte nun nach der *Le Verrier*'ſchen Theorie umgeformt, und zugleich eine Ueberlegung angeſtellt werden, welche Ungewißheit noch wegen der vernachläßigten höheren Potenzen der Excentricitäten und Neigungen übrig blieb, — welches eine durchgreifende Reviſion der ganzen bisherigen, höchſt verwickelten *Präceſſions-Theorie* erforderte, wozu die neueren Arbeiten von *Poiſſon, Pontécoulant, Beſſel, Otto Struve* und *Peters** (die beiden letzteren Männer ſind Mitarbeiter an der neuen Pulkowaer Sternwarte) zwar als ſchätzbare Hülfsmittel dienten, aber doch (weil ſie ſich nie zum Ziele ſetzten, auf eine große Anzahl von Jahrtauſenden auszureichen) für unſern Zweck nicht genügten. Es gehört eine gewiſſe Reſignation dazu, weitläuftige numeriſche Rechnungen durchzuführen, deren Reſultate am Ende doch nicht zur unmittelbaren Anwendung kommen, ſondern nur die *Grenzen der übrig bleibenden möglichen Fehler* ausdrücken; aber um ſo größer iſt die Belohnung, indem man dadurch eine Sicherheit in der Beurtheilung des Grades der Zuverläßigkeit aller gewonnenen Reſultate erhält, die durch nichts anderes erſetzt werden kann.

Auf dieſe Weiſe fand ſich, daß der übrig bleibende Fehler in der verbeſſerten *Delambre*'ſchen Tafel, welcher zur Zeit der Fundamental-Epoche = 0 iſt, in den ſpäteren Jahrhunderten der Zeit proportional wächſt, bis endlich nach etwa 37500 Jahren die Ungewißheit des Zeitpuncts der Frühlings-Nachtgleiche ſich auf einen ganzen Tag angehäuft hat. *Das* alſo iſt der Zeitraum der Stabilität der Erdbahn im engeren Sinne, und er wird bis auf etwa 28200 Jahre zuſammengedrängt, wenn man berückſichtigt, wie weit auch der Werth der die *erſten* Potenzen der Excentricitäten und Neigungen enthaltenden Glieder ungewiß iſt, wegen der noch Statt findenden Ungewißheit der *Maſſen*. Bis zum Jahre 30000 unſerer Zeitrechnung kann man alſo ſchon jetzt einen Kalender anlegen,

* Ich meine deſſen klaſſiſches Werk über die *Nutations-Conſtante*, welches in einem ſcheinbar nur beiläufigen Abſchnitt höchſt wichtige, bisher unbekannte, analytiſche Entwicklungen über die *Präceſſion* und deren Säcular-Aenderungen enthält.

der, bis dahin ſicherlich mit dem wahren Sonnenlauf übereinſtimmend, inzwiſchen nicht wieder umgeſtoßen zu werden braucht. Und wie überraſchend einfach ſtellt ſich derſelbe! Das problematiſche *mittlere* tropiſche Sonnenjahr, hier zuerſt mit definitiver Gewißheit ſo aufgeſtellt, daß es, wenn auch nicht für die Ewigkeit, doch bis zum Jahr 30000 nach Chr. ausreicht, beträgt hiernach 365 T. 5 St. 48′ 41″, iſt alſo nur um 7 Secunden kürzer, als das des gegenwärtigen Jahrhunderts, und tritt zum erſtenmal im Jahre 3180 nach Chr. ein. Die gregorianiſche Einſchaltungs-Methode trifft hiernach ſchon ſehr nahe mit dem wahren Sonnenlauf zuſammen; ſie würde, wenn ſie unverbeſſert bliebe, im Jahre 30000 nach Chr. nur gerade eben ſo viel und nach derſelben Seite hin von der Wahrheit abweichen, als der julianiſche Kalender zur Zeit der Einführung der gregorianiſchen Verbeſſerung abwich, nämlich um 10, höchſtens 11 Tage. Um nun dieſem Uebelſtande bei Zeiten zuvorzukommen, braucht man nur aus dem gregorianiſchen Kalender im Durchſchnitt alle 3000 Jahre einen Schalttag wegzuſtreichen, alſo am beſten alle 2000 Jahre, mit der Ausnahme, daß der Schalttag alle 6000 Jahre wiederum ſtehen bleibt, — daß er alſo aus dem gregorianiſchen Kalender überhaupt in den Jahren 2000, 4000, 8000, 10000, 14000, 16000, 20000, 22000, 26000, 28000 weggelaſſen wird. So wenigſtens gibt es die einfachſte Rechnung, da die Jahre 3000, 9000, 15000, 21000, 27000 ohnehin Gemeinjahre ſind und daher mit Weglaſſung eines Tages nur 364 Tage behalten würden.

Die Zeit, wo der gegenwärtige Kalender der abendländiſchen Chriſtenheit den erſten Ruck erhält, iſt alſo nicht ſo gar fern, da wir uns ſchon mit ſtarken Schritten dem Ende des zweiten chriſtlichen Jahrtauſends nähern, da ſchon jetzt unter uns ſicherlich Menſchen leben, die den Tod nicht ſehen werden, ſie hätten denn zuvor Enkel geſehen, dazu beſtimmt, dereinſt den Anfang des neuen Jahrtauſends feſtlich zu begrüßen. Dieſe Enkel ſind bei Zeiten zu unterrichten, was ſie zu thun haben, um die unſeligen Streitigkeiten zu vermeiden, welche vor zwei bis drei Jahrhunderten alle geiſtlichen und weltlichen Angelegenheiten zerfleiſchten. Sollten nämlich am Schluß des Februars des Jahrs 2000, Partheiungen entſtehen, ſo daß ein Theil der Chriſtenheit beſchließt, den Schalttag zu unterdrücken, der andere aber, ihn beizubehalten, ſo würden von da an in der abendländiſchen Chriſtenheit zwei Kalender neben einander beſtehen, die fortwährend um einen Tag unterſchieden ſind; die Juriſten würden vergebens ihre Termine ausſchreiben, und überhaupt der Gang aller öffentlichen Geſchäfte die ernſtlichſten Störungen erleiden, — der Vorherſagung der Sonnen- und Mondfinſterniſſe und anderer Himmelserſcheinungen nicht zu gedenken. (Man findet ſchon jetzt in mehreren populären aſtronomiſchen Schriften Durchgänge der Venus durch die Sonne für das 21ſte Jahrhundert angezeigt; ſo ſind im „Populären aſtronomiſchen Handwörterbuch“, S. 242, zwei ſolche Durchgänge auf den 7. Juni 2004 und 5. Juni 2012 geſetzt; dieſe Zeitangaben verwandeln ſich in den 8. Juni 2004 und 6. Juni 2012, wenn man im Jahre 2000 den Schalttag unterdrückt,* — ein Beweis, daß die Frage nach der Ausſtoßung oder Beibehaltung des Schalttages im Jahr 2000 *ſchon jetzt* ein Intereſſe hat. Am meiſten aber würde die Feier der *Kirchenfeſte* in Unordnung und Zwieſpalt gerathen; das Weihnachtsfeſt nebſt den übrigen unbeweglichen Feſten würden an verſchiedenen Orten an zwei auf einander folgenden Tagen gefeiert werden, die beweglichen Feſte aber (mit Einſchluß der Advents- und Epiphanias-Sonntage) oft 8 Tage aus einander; ja Oſtern und die davon abhängigen Feſte würden in demſelben Jahre 5 Wochen aus einander fallen, und von der einen Parthei auf den möglichſt früheſten, von der andern auf den möglichſt ſpäteſten Termin verlegt werden, wenn einmal der alt-gregorianiſche 20. März (welcher nach dem neu-gregorianiſchen Kalender der 21ſte wird) zugleich Vollmond und Sonnabend ſeyn ſollte. Mit Einem Wort, man würde alle die Auf-

* Man muß ſogar 9. Juni 2004 ſchreiben, wenn man die Tagesſtunden nicht nach aſtronomiſcher, ſondern nach bürgerlicher Rechnung zählt.

tritte ſich wiederholen ſehen, welche unmittelbar auf die Einführung der gregorianiſchen Verbeſſerung folgten, und denen man ſicherlich hätte zuvorkommen können, wenn der Vorſchlag zur Verbeſſerung ſchon 150 Jahre vor der wirklichen Ausführung *ernſtlich* angeregt worden wäre. Es fragt ſich, ob dazu etwa ein Congreß aller europäiſchen Monarchen erforderlich ſey. Ein ſolcher würde offenbar zu keiner Entſcheidung führen, wenn nicht ſchon vorher eine Uebereinkunft der ſachverſtändigen Gelehrten über den künftigen Modus der Einſchaltung ſtattgefunden hat. Und dazu muß nach meiner unmaßgeblichen Meinung *ſehr bald* geſchritten werden, weil der Gegenſtand von ſelbſt zur Sprache kommt bei der Anfertigung neuer *Tafeln des Sonnen-, Mond- und Planetenlaufs*, in welchen bekanntlich allemal eine Rubrik für die mittleren heliocentriſchen Längen in künftigen Jahrhunderten, mit ausdrücklicher Datums-Bezeichnung, vorkommt, — welche Tafeln nächſtens unausweichlich werden erneuert werden müſſen, da die jetzigen ſchon faſt zu ſehr vom Himmel abweichen. Hat nun einmal eine ſolche Uebereinkunft der Sachverſtändigen ſtattgefunden, ſo werden die Monarchen dem Vorſchlage unbedenklich folgen. Aber es fragt ſich: Welche Parthei wird die römiſche Curie ergreifen, ſammt allen den Chriſten, welche den Anordnungen derſelben unweigerlich Folge leiſten zu müſſen glauben? Wird irgend ein Papſt ſich entſchließen, eine von ſeinen Vorgängern ausgegangene oder beſtätigte Verordnung für irrig oder mangelhaft zu erklären? Doch auch dieſes Bedenken ſchwindet, wenn wir erwägen, daß überhaupt kein cykliſches Zeitrechnungsſyſtem für die Ewigkeit unverändert bleiben kann, indem die mittleren Umlaufszeiten aller Himmelskörper durch ſpätere Beobachtungen unaufhörlich, wenn auch nur in immer geringeren Kleinigkeiten, berichtigt werden, und daß namentlich die vom Papſt Gregor XIII. geſchehene Anordnung in der That alles Mögliche leiſtete, was man nach dem damaligen Zuſtande menſchlicher Wiſſenſchaft verlangen konnte (zumal, da meines Wiſſens in dem betreffenden Edicte keine Stelle vorkommt, welche verordnet, daß dieſe neue Ordnung *in Ewigkeit* uncorrigirt beibehalten werden ſolle), — endlich daß das alte Syſtem in dem von uns hier vorgeſchlagenen neuen als ein integrirender Theil mit enthalten iſt, ſo daß der frühere Gebrauch nicht, wie es zur Zeit der gregorianiſchen Verbeſſerung geſchah, für *irrig* erklärt zu werden braucht.

Höchſt intereſſant iſt es, dem Erfolge nachzuſpüren, welcher ſich von der hier vorgeſchlagenen Maßregel erwarten läßt, wenn es darauf ankommt, den genauen Anſchluß derſelben an den wahren Sonnenſtand nicht bloß im Ganzen, ſondern auch im *Einzelnen* nachzuweiſen. Denn es könnte jemand fragen, ob es, bei der Veränderlichkeit der Länge des tropiſchen Jahrs und bei den ſonderbar verſchlungenen Säcular-Ungleichheiten der Excentricität und Apſidenlinie der Erdbahn, nicht rathſam ſey, dieſen Veränderungen gleichſam *auf dem Fuße* nachzufolgen, d. h. den Schalttag in einigen Jahrtauſenden *öfter*, in anderen *ſeltener* zu unterdrücken. Man könnte ſagen, es helfe nichts, das *mittlere* tropiſche Jahr bei der Einſchaltungsregel zum Grunde zu legen, wenn dadurch etwa die wahre Frühlings-Nachtgleiche, die im jetzigen Zeitalter auf den 20. März fällt, künftig bis in die letzten Tage des Februar zurück, dann vorwärts bis in die erſten Tage des April wandern, und erſt im Jahre 30000 wiederum auf den 20. März zurückverſetzt werden ſollte. Die Sache ſchien uns wichtig genug, einer durchgreifenden Prüfung unterworfen zu werden. Iſt einmal für die Säculargleichungen der Excentricität und Apſidenlinie und Präceſſion eine Formel gefunden, vermittelſt deren man bis zum Jahre 30000 den Stand der Sonne gegen die Aequinoctialpuncte auf eine Ungewißheit von weniger als einem ganzen Tag beſtimmen kann, ſo iſt es danach ein Leichtes, ſich über die allmälige Fortſchreitung des Augenblicks der Nachtgleiche durch alle 30000 Jahre die vollkommenſte Kenntniß zu verſchaffen, und man kann ein ähnliches Verfahren auch auf den Gang der *Solſtitien* (Augenblicke des Sommers- und Wintersanfangs) übertragen. Das haben wir gethan und gefunden, daß jene Furcht des Zurückweichens der

wahren Nachtgleichtage bis in den Februar oder ihres Vorwärtsrückens bis in den April grundlos war, — daß Frühlingsanfang hiernach nie vor dem 16ten und nie nach dem 24. März, Sommersanfang nie vor dem 15. und nie nach dem 23. Juni, Herbſtanfang nie vor dem 15. und nie nach dem 25. September, Wintersanfang nie vor dem 15. und nie nach dem 25. December fällt, — endlich daß der mittlere Termin des erſten Frühlingstages der 21. März iſt, gerade wie es das nicäiſche Concilium feſtſetzte (welches noch jetzt zur Beſtimmung der Feier des Oſterfeſtes maßgebend iſt). — Da die Veränderungen der Schiefe der Ekliptik aufs Engſte mit den Veränderungen des tropiſchen Jahrs verbunden ſind, ſo haben wir auch jene für den Zeitraum der Stabilität der Erdbahn im engeren Sinne, mit Rückſicht auf die von den vernachläßigten höheren Potenzen der Excentricitäten und Neigungen herrührende Ungewißheit, möglichſt in extenso berechnet und gefunden, daß die Schiefe der Ekliptik ſich von der mittleren Schiefe (23° 17′ 16″,08, welche etwa um 10′ geringer iſt als die gegenwärtige) kaum um Einen Grad entfrrnt, daß alſo auch für einen gegebenen Ort auf der Erde und für eine gegebene Tagesſtunde eines gegebenen Tages im Jahre die Höhe der Sonne über dem Horizont ſich von der mittleren Höhe kaum jemals um einen ganzen Grad, d. i. um den doppelten ſcheinbaren Durchmeſſer der Sonne unterſcheidet. — Die Excentricität der Erdbahn wird von jetzt bis zum Jahre 26000 beſtändig abnehmen, wo ſie ihren kleinſten Werth 0,00275 erhält, und dann bis zum Jahre 30000 wieder etwas zunehmen. Die Apſidenlinie der Erdbahn bewegt ſich zwiſchen den Fixſternen anfangs ſehr langſam und in 1000 Jahren kaum 3° rechtläufig, dann aber immer ſchneller, und um die Zeit des Minimums der Excentricität am ſchnellſten, nämlich in 1000 Jahren 18°, und es wird auf dieſe Weiſe überhaupt in den 30000 Jahren von Chriſti Geburt bis zum Jahre 30000 ein Bogen des Thierkreiſes von 213° zurückgelegt, in Beziehung auf die zurückweichenden Aequinoctialpuncte aber mehr als 1¾ ganze Umläufe. Faſſen wir nun dieß Alles zuſammen, bedenken wir, daß die Monate März, Juni, September, December ſtets, wie bisher, die Jahreszeitenwechſel bezeichnen werden, ja daß die Anfänge der vier Jahreszeiten ſich von ihrem mittleren Datum nie auf mehr als 4, höchſtens 5 Tage entfernen, die Sonnenhöhe für einen gegebenen Tag des Jahres und eine gegebene Stunde aber kaum um 2°* von ihrem mittleren Stande abweicht (welches beides man ohne Hülfe künſtlicher aſtronomiſcher Vorrichtungen kaum, und noch weniger an den Witterungs-Umſtänden bemerken kann), endlich daß die Entfernung der Erde von der Sonne ſich von ihrer mittleren Entfernung nie mehr als um ihren 60ſten Theil unterſcheiden wird (was ſicherlich auf Wärme und Kälte keinen merklichen Einfluß hat): ſo ſieht man, daß die auf die Witterung ſich gründenden praktiſchen Geſchäfte bei einer durch 30000 Jahre hindurch unveränderlichen Einſchaltungsregel auf keine Weiſe in Unordnung gerathen können, und ſo erſt faßt man tiefer die Bedeutung des göttlichen Worts: „So lange die Erde ſtehet, ſoll nicht aufhören Saame und Ernte, Froſt und Hitze, Sommer und Winter, Tag und Nacht.“

Aber wie lange wird die Erde ſtehen? Dieſe von den früheren Aſtronomen wenig beachtete Frage gewinnt jetzt mehr Intereſſe durch die große Entdeckung unſeres Encke, wonach die Planeten ſich um die Sonne nicht, wie man ſonſt annahm, in einem völlig leeren Raum, ſondern in einem, wenn gleich äußerſt ſubtilen, widerſtehenden Mittel (dem ſogenannten Aether) bewegen. Der Encke'ſche und Biela'ſche Komet waren bisher die einzigen Weltkörper, welche dieſen Widerſtand durch Verkürzung ihrer Umlaufszeit und durch die davon abhängige Verminderung der mittleren Entfernung von der Sonne direct bewieſen; der Halley'ſche Komet, hinſichtlich deſſen ich die Meinung hiermit zurücknehme,

* Die Entfernung von der mittleren Sonnenhöhe beträgt allerdings 2°, wenn der Zeitpunct der Herbſtnachtgleiche ſich von ſeinem mittleren Datum um 5 Tage entfernt.

als habe ſich die Beſchleunigung ſeiner mittleren Bewegung ſchon durch Vergleichung ſeiner Erſcheinungen in den Jahren 1607, 1682 und 1759 unzweideutig herausgeſtellt, wird uns über dieſen Gegenſtand bald gründlicher belehren, wenn ſeine Störungen durch Jupiter genauer als bisher berechnet, und die Beobachtungen des Jahrs 1835 mit zu Hülfe genommen ſeyn werden. So viel aber können wir ſchon faſt zweifelsfrei annehmen, daß auch die Planeten, mit Einſchluß unſerer Erde, dem Einfluß des Aethers unterworfen ſeyn müſſen, der ſich nur wegen ihrer unvergleichbar viel größeren *Dichtigkeit* den bisherigen, 2000jährigen Beobachtungen (von denen die des Alterthums ſehr ungenau waren) noch nicht zu erkennen gab. Um dieſes Widerſtandes willen wird ſowohl das ſideriſche, als auch das davon abhangende *tropiſche* Jahr immer mehr verkürzt, die Erde kommt der Sonne immer näher und muß nach vielen Millionen von Jahren in dieſelbe ſtürzen. Man mißverſtehe dieſe Worte nicht, als ſollte damit geſagt werden, die Erde *müſſe* ſo lange ſtehen, bis ſie in Folge des Widerſtandes des Aethers in die Sonne ſtürzt (oder mit Venus oder Mars zuſammenſtößt), da es vielmehr der Allmacht ein Leichtes iſt, ſelbſt bei der *jetzigen* Entfernung der Erde von der Sonne, und bei der *jetzigen* Jahreslänge und ohne irgend ein Zuſammenſtoßen mit einem anderen Weltkörper die Elemente vor Hitze (auch ohne Mitwirkung der Sonne) zerſchmelzen zu laſſen. Den Tag und die Stunde des Gerichts weiß niemand u. ſ. w. Es kann ſich hier nur um Beantwortung der Frage handeln, nach wie viel Zeit wir fürchten können, daß, um der verkürzten Jahreslänge willen, das hier vorgeſchlagene Schaltſyſtem nicht mehr paſſe. Es läßt ſich aus dem Grade der Genauigkeit der einzelnen, der Rechnung zum Grunde gelegten Beobachtungen beſtimmen, welch eine Abweichung der ſcheinbaren Bewegung der Sonne von der ohne Widerſtand des Aethers ſtattfindenden man immer noch als möglich zugeben muß. Die älteren Beobachtungen entſcheiden darüber (ungeachtet ihrer Ungenauigkeit) durch ihre Vergleichung mit den neueren Beobachtungen beſſer, als wenn man nur die letzteren *unter ſich* vergleicht, weil bei jenen der Vortheil des *langen Zeitraums* obwaltet, der ſie von den neueren Beobachtungen trennt. Außerdem hat *Laplace* durch eine ſcharfſinnige Analyſis gezeigt, daß man über den größtmöglichen Widerſtand, den man bei der Bewegung der Erde um die Sonne annehmen darf, durch die älteſten *Mond*-Beobachtungen beſſer entſcheiden kann, als ſelbſt durch die Sonnen-Beobachtungen, indem er bewies, daß die Wirkung des Widerſtandes auf die geocentriſche Länge des Mondes 102mal größer ſeyn müſſe, als die Wirkung auf die geocentriſche Länge der Sonne. Die Beobachtung der oben angeführten Mondfinſterniß zu Babylon, bei welcher die Beſtimmung der Zeit des Vollmondes höchſtens um eine Viertelſtunde zweifelhaft iſt, ſtimmt innerhalb der Grenzen der ebengenannten Ungewißheit genau mit demjenigen Mondlauf, den man, durch Rückwärtsrechnung von jetzt an, nach den bloßen Geſetzen der Gravitation (natürlich auch mit Rückſicht anf die von der verminderten Excentricität der Erdbahn herrührende ſäculare Beſchleunigung des Mondes) ohne Zuhülferufung eines widerſtehenden Mittels findet. Da nun vom Jahr 721 vor Chr. bis jetzt 2566 Jahre verfloſſen ſind, ſo kann man ſagen, daß die Wirkung des Widerſtandes auf die geocentriſche Länge des Mondes ſich in 2566 Jahren höchſtens bis auf denjenigen Bogen der Ekliptik angehäuft hat, um welchen der Mond nach ſeiner ſynodiſchen Bewegung *in einer Viertelſtunde* fortrückt. Da nun die ſynodiſche Bewegung des Mondes $12\frac{1}{3}$mal ſchneller iſt, als die *Sonne* ſich in der Ekliptik bewegt, ſo haben wir die Eine Viertelſtunde mit $12\frac{1}{3}$ zu multipliciren und durch 101 zu dividiren, um zu finden, wie viel obiges Schaltſyſtem um des Widerſtandes willen in 2566 Jahren vom Himmel abweichen kann. Dieſe Abweichung beträgt alſo nicht mehr als 1 Minute 50 Secunden. Sie häuft ſich aber wie das Quadrat der Zeit an, und kommt daher im Jahre 30000 kaum auf $3\frac{1}{2}$ Stunden. Der Widerſtand des Aethers legt daher dem hier vorgeſchlagenen Schaltſyſtem kein Hinderniß in den Weg.

Nachdem der Mond uns über die Wirkung des Widerſtandes auf die ſcheinbare Sonnenbewegung gründlicher belehrt hat, als die Sonne ſelbſt, tritt die Frage ein, welche chronologiſche Bedeutung denn dieſer Widerſtand bei der Bewegung des *Mondes* habe. Da der, wegen des Widerſtandes zufolge der bisherigen Beobachtungen, immer noch mögliche Fehler der Beſtimmung des Augenblicks des Vollmondes ſich, wie wir geſehen haben, in 2566 Jahren auf *eine Viertelſtunde* anhäuft, ſo häuft er ſich, nach Verhältniß des Quadrats der Zeit wachſend, in 17778 Jahren zu einem *halben Tage* an, woraus folgt, daß ein cykliſches Syſtem, welches jeden Monat mit dem Neumond anfängt, wenigſtens bis zum Jahre 19623 unſerer Zeitrechnung ohne merkliche Abweichung vom wahren Mondlauf fortgeführt werden könnte, wenn wir nur überzeugt wären, daß es bis dahin, *abgeſehen von dem Widerſtande*, in Harmonie mit dem Mondlauf bliebe.

Für die *chriſtliche* Zeitrechnung hat der Mondlauf weiter keine Bedeutung, als inſofern er zur Beſtimmung des *Oſterfeſtes* und der davon abhängigen Sonn- und Feſttage dient. Oſtern ſoll, nach der von der Kirchenverſammlung zu Nicäa ſanctionirten und noch immer geltenden Obſervanz, am Sonntage nach dem erſten Frühlings-Vollmondstage gefeiert werden, und, wenn dieſer Vollmondstag ſelbſt ein Sonntag iſt, 8 Tage nachher. Die Vorausberechnung der Nachtgleichen- und Vollmondstage durfte aber dabei keine *ſcharfe aſtronomiſche*, ſondern mußte, der leichteren Handhabung wegen, eine *cykliſche* ſeyn, in welcher die Vollmonde nach einer feſten und einfachen Regel bald 29, bald 30 Tage aus einander lagen; auch blieb man in der Beſtimmung des *erſten Frühlingstages* immer beim 21. März ſtehen. Eine zweckmäßige cykliſche Regel der Vollmonde zu finden, war aber bei den verwickelten Ungleichheiten des Mondlaufs um ſo ſchwieriger, als das chriſtliche Abendland lange Zeit von wiſſenſchaftlicher und namentlich von *aſtronomiſcher* Bildung entblößt blieb; daher wurde Oſtern bis gegen Ende des achten Jahrhunderts ſehr confus und nicht in der ganzen Chriſtenheit übereinſtimmend gefeiert, worüber das Genauere in dem mit großem Fleiße und ausgezeichneter Gelehrſamkeit bearbeiteten, klaſſiſchen *Handbuch der Chronologie* von *Ideler* (Theil 2, S. 200—285) nachzuſehen iſt. Dann aber drang vom Morgenlande her der 19jährige Mond-Cyklus durch, nach welchem nun die Feier acht Jahrhunderte hindurch in ununterbrochener Folge ohne allen Zwieſpalt, bis auf die Zeit der gregorianiſchen Verbeſſerung, begangen wurde. Dieſer 19jährige Cyklus ſchreibt ſeinen erſten Urſprung von dem mehr als 400 Jahre vor Chr. lebenden Athener *Meton* her, welcher beobachtet hatte, daß, wenn der Vollmond einmal mit dem Frühlingsnachtgleich-Tage zuſammenfiel, dieß 19 Jahre nachher, nachdem inzwiſchen 235 Mondsmonate verfloſſen waren, auf den Tag genau wieder zutraf. Einige Zeit nachher fand der Athener *Callippus* eine noch beſſere Ausgleichung des Mondlaufs mit dem Sonnenlauf, indem er 4 *Meton*ſche Cirkel zuſammenfaßte, und auf 27759 Tage 76 Sonnen-Umläufe und 940 Monds-Monate rechnete. Dieſer *callippiſche* Cirkel ließ ſich daher mit der von den erſten Chriſten angenommenen Schaltjahrs-Rechnung Julius Cäſar's ſehr leicht verſchmelzen; aber da nun die Barbarei der mittleren Zeiten eintrat, ſo blieb man dabei ſtehen, und achtete weder auf die (ſchon 150 Jahre vor Chr. gemachten) Beſtimmungen *Hipparch's* über den Sonnen- und Mondlauf (wonach das tropiſche Jahr auf $365\frac{37}{150}$ Tage, und der ſynodiſche Monat auf $29\frac{399}{752}$ Tage geſetzt wurde), noch auf die *genauere* Beſtimmung des Königs Alfons von Kaſtilien, welcher das tropiſche Jahr zu 365 T. 5 St. 49′ 12″ annahm, noch auf den (ſelbſt der oberflächlichen Beobachtung ſich mit jedem Jahrhundert mehr aufdrängenden) klaren Augenſchein, daß die wahre Frühlings-Nachtgleiche ſich gegen den dafür cykliſch angenommenen Tag bis auf 10 volle Tage, der wahre Vollmond ſich gegen den cykliſchen bis auf 3 volle Tage verfrühte, daß alſo die *güldene Zahl* (ſo nannten die Athener, vor Freude über eine ſo wichtige Entdeckung, die von *Meton* eingeführte Ordnungszahl der einzelnen Jahre in jedem 19jährigen Cy-

clus) ſich durch Altersſchwäche in eine bleierne verwandelte. Endlich im 14ten und 15ten Jahrhundert kam man über beides aufs Klare, und im 16ten wurde die gregorianiſche Verbeſſerung des Schaltjahrſyſtems mit einer durchgreifenden Berichtigung der Oſter-Regel verbunden. Der 19jährige Cyclus konnte in ſeiner Form beibehalten werden; nur mußte er, weil alle 400 Jahre 3 Schalttage ausfielen, und überdieß die Vollmonde alle 310 Jahre ſich gegen den callippiſchen Cirkel um einen Tag verfrühten, von Zeit zu Zeit einen Ruck von einem Tage bekommen. Der bequemeren Rechnung wegen ſchlug der wiſſenſchaftliche Gewährsmann der gregorianiſchen Verbeſſerung, der römiſche Aſtronom Aloys Lili, vor, dieſen Ruck auf die Jahre des Jahrhundertſchluſſes zu beſchränken; er empfahl alſo, in den nicht durch 400 theilbaren Jahren (wegen Ausfalls des Schalttages) das Datum der cykliſchen Vollmonde um einen Tag vorwärts, außerdem aber in den durch 300 theilbaren Jahren die Vollmonde um einen Tag rückwärts zu ſchieben, — welche beiden Verſchiebungen er Sonnen- und Mondgleichung nannte. Dieſe Vorſchläge ſind von da an in der römiſch-katholiſchen Kirche, und ſeit dem Jahre 1776 auch in allen proteſtantiſchen Staaten unabänderlich befolgt worden. Lili dehnte aber ſeine Pläne auch auf eine entferntere Zukunft aus. Abgeſehen davon, daß er im Jahre 2000 den Schalttag beibehalten wiſſen wollte (welchen Umſtand wir oben einer wiſſenſchaftlichen Kritik unterworfen haben), ordnete er die Mondgleichungen etwas künſtlich an; dieſelben ſollten in den Jahren 1800, 2100, 2400, 2700, 3000, 3300, 3600 und 3900, alſo bis dahin alle 300 Jahre, angebracht werden, dann aber erſt nach 400 Jahren, alſo im Jahre 4300, und auf dieſe Weiſe ſollten immer 7mal 300 und Einmal 400 Jahre mit einander abwechſeln, wodurch eine immer wiederkehrende Periode von 2500 Jahren entſtände, welche* die Oſterfeſte alle 300000 Jahre in derſelben Ordnung wiederkehren laſſen würde. Die vollſtändigere Ausführung der hieher gehörigen Rechnungen übernahm der römiſche Jeſuit Clavius, ein geborner Deutſcher, und als Mathematiker für ſeine Zeit ausgezeichnet; derſelbe entwarf auf eine ziemliche Reihe von Jahrhunderten im Voraus die ſogenannten Epakten-Tafeln, vermittelſt deren die Oſterfeſte ſich auf eine ziemlich einfache Art berechnen ließen. Glücklicherweiſe machte Lili bei dieſer Anordnung einen kleinen Fehlſchuß, indem er das Zurückweichen der Vollmonde um einen Tag mit dem Zurückweichen derſelben um $^1/_{30}$ eines ſynodiſchen Monats (eine ſogenannte Epacten-Einheit) verwechſelte; denn dieſer Fehler wird durch den zu Lili's Zeit noch übrig gebliebenen kleinen Fehler der Beſtimmung des ſynodiſchen Monats und durch die ihm unbekannte (erſt im 18ten Jahrhundert entdeckte) ſäculare Beſchleunigung des Mondlaufs ſo compenſirt, daß der Lili'ſche Canon hinſichtlich der Genauigkeit ſeiner Anſchließung an den wahren Mondlauf ſogar noch mehr leiſtet, als hinſichtlich der Anſchließung an den Sonnenlauf.

Es leuchtet jedoch ein, daß, wenn im Jahre 2000 der Schalttag unterdrückt wird, von da ab eine gänzliche Umwälzung der vorausberechneten Epakten-Tafeln erfolgen müſſe, und man hat dieß ſchon als Argument gegen die Ausführbarkeit unſeres obigen Vorſchlages der Correction des gregorianiſchen Schaltjahrs-Syſtems aufgeſtellt. Dieſe Schwierigkeit iſt indeſſen beſiegt, nicht nur durch Berechnung neuer Epakten-Tafeln, ſondern vollſtändiger Tafeln aller einzelnen Oſterfeſte bis zum Jahr 10000 nach Chr., welche nächſtens werden veröffentlicht werden. Wir haben dabei alles benutzt, was die Aſtronomie für die Beſtimmung des wahren Mondlaufs durch die neueſten, äußerſt genauen Beobachtungen und durch die vervollkommnete Gravitations-Theorie geleiſtet hat. Es hat ſich daraus ein cykliſches Syſtem ergeben, welches, gegen das Lili'ſche gehalten, auf eine überraſchende Weiſe den Vortheil einer genaueren Anſchließung an den Himmelslauf mit dem Vortheil einer größeren Einfachheit ver-

* Weil hiernach in 10000 Jahren die Vollmondstage auf ein um 13 Tage ſpäteres Datum, und die Sonntage auf daſſelbe Datum fallen.

bindet. Doch, wird man fragen, läßt ſich dieſes Syſtem nicht über das Jahr 10000 hinaus fortſetzen? Etwa bis zum Jahre 30000, bis wie weit das neu-gregorianiſche Schaltjahrs-Syſtem entworfen iſt? Hierauf erwiedern wir: Man kann das Unmögliche nicht möglich machen; die Bewegung des Mondes iſt nun einmal ungleichförmiger, als die ſcheinbare Bewegung der Sonne. Es gibt allerdings höchſt wahrſcheinlich eine gewiſſe mittlere Umlaufszeit des Mondes, welche unter allen Säcular-Aenderungen ſeiner mittleren Bewegung immer wiederkehrt; aber die Periode dieſer Säcular-Aenderungen iſt ſo lang (nämlich gleich der Periode der Aenderung der Excentricität der Erdbahn, alſo 60 bis 70000 Jahre), und dabei die Bewegung des Mondes verhältnißmäßig ſo ſchnell, daß, wenn man nicht der Säculargleichung des Mondes durch einen etwa alle 10000 Jahre anzubringenden Ruck des cykliſchen Syſtems gleichſam auf dem Fuße nachfolgen wollte, man in die Gefahr käme, den cykliſchen Vollmond endlich auf den Tag des am Himmel ſich zeigenden erſten oder letzten Viertels oder gar des Neumondes fallen zu laſſen, wodurch die durch das nicäiſche Concilium geheiligte Regel des Oſterfeſtes augenſcheinlich proſtituirt wäre. Dazu kommt noch der Widerſtand des Aethers, deſſen Wirkung auf den Mond uns bis jetzt unbekannt iſt; wie oben gezeigt worden, ſo ſind wir, eben wegen dieſes unbekannten Widerſtandes, nicht einmal bis zum Jahre 20000 ſicher, daß der vorausberechnete Vollmondstag mit dem wahren zuſammenfallen werde; es iſt daher am gerathenſten, den Zeitraum von 30000 Jahren in 3 gleiche Theile zu theilen, deren jeder ſein beſonderes Mondgleichungsſyſtem erhält; vom Jahre 10000 bis 20000 muß die Mondgleichung, wegen der ſchnelleren Mondbewegung, öfter angebracht werden, als von jetzt bis zum Jahre 10000, und von 20000 bis 30000 noch öfter (weil in dieſen Zeitraum das Minimum der Excentricität der Erdbahn, alſo das Maximum der Geſchwindigkeit der Mondbewegung fällt); das Genauere aber darüber zu beſtimmen, müſſen wir unſern ſpäten Nachkommen überlaſſen, wenn ſie über jenen Widerſtand gründlicher belehrt ſeyn werden, als wir jetzt.

Zur Entwerfung des neuen Syſtems bedurfte es eines tiefen Eingehens in die Theorie der Säculargleichung des Mondes, wozu die bisherigen Mondtafeln (die nur bis zum Jahre 3000 brauchbar ſind) nicht ausreichten. Aber eben dadurch gewann die große Arbeit Le Verrier's eine neue, von demſelben nicht ausdrücklich hervorgehobene Wichtigkeit, und wir konnten nicht unterlaſſen, ſie treulich zu benutzen.

Wir wollen uns hier durch den Einwand nicht irre machen laſſen, als ſey eine ſo ſchwierige Unterſuchung nicht der Mühe werth, da der Lili'ſche Canon doch 3000 Jahre mit dem wahren Sonnen- und Mondlauf genau genug übereinſtimme, und daher mehr als hinreichend für das chronologiſche und religiöſe Bedürfniß der chriſtlichen Völker ſey, und man überdieß hoffen dürfe, es werde bald in der ganzen Chriſtenheit auf Erden eine Uebereinkunft zu Stande kommen, das Oſterfeſt auf einen beſtimmten Sonntag des Jahrs zu verlegen, ſo daß es, ähnlich wie jeder der Advent-Sonntage, nur um 7 Tage ſchwanke. Denn abgeſehen davon, daß eine ſolche Uebereinkunft (wozu eine Zuſammenkunft der Abgeordneten von allen chriſtlichen Völkern der ganzen Erde an Einem Orte erforderlich wäre) * unausführbar ſeyn möchte, ſo wäre eine ſolche Fixirung des Feſtes gar nicht einmal wünſchenswerth, zumal da alle Bemühungen vergeblich ſeyn möchten, den wahren Auferſtehungstag Chriſti nach Jahr und Datum mit unwiderſprechlicher Evidenz auszumitteln. Denn was für einen Vortheil brächte eine ſolche Fixirung? Keinen andern, als daß dieß Feſt in den verſchiedenen bürgerlichen und gelehrten Geſchäften, wo es einen Haupt-Abſchnitt bildet, die Pensa alsdann für verſchiedene Jahre nicht ganz ſo verſchieden vertheilen würde, als es

* Denn ſollte ein ſolcher Vorſchlag vom Papſte allein ausgehen, ſo würde ſich darin, verglichen mit der Anordnung Gregors XIII., die größte Inconſequenz des Kirchen-Regiments verrathen.

jetzt geſchieht. Dieſer Gebrauch ſchreibt ſeinen Urſprung aus früheren Zeiten her, wo das Eingreifen der religiöſen Bedürfniſſe in die bürgerlichen im Allgemeinen lebendiger war, als jetzt. Wer ſich nun jetzt in ſeinen bürgerlichen Geſchäften durch die ungleichmäßigen Abſchnitte gedrückt fühlt, ſollte lieber einfach wünſchen, ſolche Abſchnitte von beweglichen Feſten unabhängig gemacht, als dieſe Feſte fixirt zu ſehen. Für ein frommes Gemüth iſt zur Beibehaltung der Beweglichkeit des Feſtes ſchon ein mehr als hinreichender Grund der, daß, wenn das Oſterfeſt z. B. auf ſeinen mittleren Termin fixirt würde und nur vom 5ten bis 11ten April ſchwankte, die letzten Epiphanias- und Trinitatis-Sonntage für immer wegfallen würden, deren kirchliche Perikopen bei ihrem myſtiſchen und tief-ernſten Inhalt (Ernte der Welt, Verklärung, jüngſtes Gericht) durch ihre ſeltenere Wiederkehr einen eigenthümlichen Reiz der Neuheit erhalten. Man ſieht, wie hier immer eins mit dem andern zuſammenhängt; das chriſtliche Oſterfeſt iſt nun einmal geſchichtlich aus dem jüdiſchen Pascha und folglich aus dem gebundenen Mondjahre hervorgegangen (was ſich auch Luther nicht lebhaft genug vergegenwärtigt zu haben ſcheint, denn ſonſt hätte er der Beweglichkeit des Feſtes das Wort geredet; aber er ſcheint der Mathematik nach ſeinem ganzen Weſen ziemlich entfremdet geweſen zu ſeyn), und die Fixirung (wodurch der Mond auf einmal ſeine ganze Bedeutung für die chriſtliche Zeitrechnung verlieren würde, der doch von Gott ſelbſt, nebſt der Sonne, dazu geſetzt iſt, zu geben Zeichen, Zeiten, Tage und Jahre) kann gleichſam als ein Antaſten heiliger Intereſſen angeſehen werden, und dieſe ſind bei tieferen Gemüthern allemal mit ewigen Intereſſen verbunden, daher die Frage ſich nicht von der Hand weiſen läßt: Wie wird das alles in künftigen Jahrtauſenden gehalten werden? Und was haben wir zu thun, um eine einfache und ſichere Regel zur Aufrechthaltung der jetzt beſtehenden Ordnung wo möglich für die Ewigkeit feſtzuſtellen?

Unter der mittleren Bewegung pflegt man denjenigen Bogen des Umfanges der Himmelskugel zu verſtehen, um welchen ein Weltkörper, von der Sonne oder Erde aus betrachtet, in einer Zeit-Einheit (zu welcher die Aſtronomen gewöhnlich den Zeitraum von 365¼ Tagen wählen) zwiſchen den Fixſternen fortzurücken ſcheinen würde, wenn alle Ungleichheiten ſeines ſcheinbaren Laufs ausgeglichen wären. Indem nun unſere Erde mit dem Monde zugleich von der Sonne angezogen wird, und zwar zur Zeit des Neumondes der Mond ſtärker als die Erde, weil er der Sonne etwas näher iſt, zur Zeit des Vollmondes aber die Erde ſtärker als der Mond, weil ſie der Sonne etwas näher iſt, und ein ähnlicher Unterſchied der Stärke der Anziehung (wiewohl in vermindertem Maße) auch an den vom Neu- und Vollmond verſchiedenen Tagen des ſynodiſchen Monats ſtattfindet, ſo ſieht man, daß die Sonne die Kraft, mit welcher der Mond von der Erde angezogen wird, unabläßig vermindert, daß ſie ihn alſo zwingt, auf ſeinen Umlauf um die Erde eine längere Zeit zu verwenden, als er brauchen würde, wenn er in derjenigen mittleren Entfernung von der Erde, welche ihm nun einmal von der erſten Schöpfung an angewieſen iſt, der Anziehungskraft der Erde allein gehorchte. Die mittlere Bewegung des Mondes um die Erde wird alſo durch die Störung von Seiten der Sonne vermindert, und zwar deſto mehr, je näher die Erde der Sonne iſt, weil der Ueberſchuß der Entfernung der Erde von der Sonne über die Entfernung des Mondes von der Sonne zur Zeit des Neumondes, oder auch der Ueberſchuß der Entfernung des Mondes von der Sonne über die Entfernung der Erde von der Sonne zur Zeit des Vollmondes, einen deſto größeren Theil der Entfernung der Erde von der Sonne ausmacht, je näher die Erde der Sonne iſt. Folglich werden die zwölf ſynodiſchen Umläufe vom Monde während eines Jahrs in verſchiedenen Zeiten zurückgelegt; derjenige Umlauf, welcher zur Zeit der kleinſten Entfernung der Erde von der Sonne zurückgelegt wird, dauert am längſten, und derjenige, welcher zur Zeit der größten Entfernung der Erde

von der Sonne zurückgelegt wird, am kürzeſten. Dieſe Ungleichheit in der Mondbewegung wird die jährliche Gleichung des Mondes genannt. Faßt man alle 12 Mondsmonate zuſammen und noch den Drittel-Monat dazu, welcher fehlt, um das Jahr voll zu machen, ſo läßt ſich aus den verſchiedenen mittleren Bewegungen, welche den einzelnen Monaten zukommen, eine Durchſchnittsbewegung finden; dieſe eben iſt es, welche man vorzugsweiſe die mittlere Bewegung des Mondes nennt. Die Analyſis des Unendlichen beweist nun, daß dieſe nicht genau mit derjenigen mittleren Bewegung einerlei ſeyn kann, welche der Mond haben würde, wenn die Erde um die Sonne ſtatt der Ellipſe einen Kreis beſchriebe, deſſen Durchmeſſer der großen Axe der wirklichen elliptiſchen Erdbahn gleich iſt, — daß vielmehr die wirkliche mittlere Bewegung des Mondes etwas kleiner iſt als die eben angeführte eingebildete mittlere Bewegung, und zwar deſto kleiner, je größer die Excentricität der Erdbahn iſt. Da nun dieſe Excentricität jetzt von Jahrhundert zu Jahrhundert abnimmt, ſo muß natürlich die mittlere Bewegung des Mondes von Jahrhundert zu Jahrhundert ſchneller werden. Das eben iſt die ſinnreiche Erklärung der Säculargleichung des Mondes, welche Laplace gab, und worin er, beſtimmter, zeigte, daß dasjenige, was der mittleren Mondbewegung der verſchiedenen Zeitalter an derjenigen mittleren Bewegung fehlt, welche dem Monde bei einer gar nicht excentriſchen Erdbahn zukommen würde, dem Quadrat der Excentricität der Erdbahn proportional ſeyn müſſe. — Es iſt daher ein Leichtes, die Säcular-Aenderungen der mittleren Mondbewegung auf viele Jahrtauſende vorauszubeſtimmen, wenn man die Aenderungen der Excentricität der Erdbahn auf ſo lange voraus beſtimmen kann. Unſere Berechnung der Säculargleichung des Mondes über die Zeit hinaus, bis zu welcher ſie in den bisherigen Mondtafeln ſich angegeben findet, war alſo eine Anwendung der Le Verrier'ſchen Formeln der Säcular-Aenderungen der Elemente der Erdbahn. Dieſe Anwendung ward dadurch etwas verwickelter, daß es zum Behuf der Vorausberechnung der Zeiten des Vollmondes nicht hinreicht, die Säcular-Aenderungen der mittleren Bewegung des Mondes zu berechnen, ſondern daß vielmehr die Säculargleichung der geocentriſchen Länge des Mondes für die einzelnen Vollmonde ermittelt werden mußte. Man fährt bis jetzt noch fort, dieſe Säculargleichung ſo anzuſetzen, daß dabei der Anfang des Jahrs 1700 als Fundamental-Epoche angenommen wird. Geſetzt, der Mond führe vom 1. Januar 1700 an, mit derjenigen mittleren Bewegung, die er damals wirklich hatte, fort ſich zu bewegen, ſo würde er am 1. Januar 1900 um Mitternacht noch nicht völlig diejenige geocentriſche Länge erreicht haben, die er in dieſem Augenblick in Folge ſeiner ſäcularen Beſchleunigung wirklich erreicht; es würde daran noch ein Bogen des Umfangs der Himmelskugel von etwa 40″ fehlen. Dieſe 40″ ſind dasjenige, was man Säculargleichung der geocentriſchen Mondlänge am 1. Januar 1900 nennt; ſie wächst in den nächſten Jahrhunderten ungefähr wie das Quadrat der vom Jahr 1700 an gerechneten Zeit. Sie läßt ſich aus den Le Verrier'ſchen Formeln der Säcular-Aenderungen der Excentricität der Erdbahn nicht ſo unmittelbar berechnen, ſondern es iſt dazu erſt eine Integration nöthig (etwa, wie aus dem Geſetz eines ſenkrecht auf die Erde herabfallenden Körpers, daß ſeine Geſchwindigkeit in gleichen Zeiten allemal gleich viel zunimmt, gefolgert wird, er müſſe Fallräume durchlaufen, welche ſich, vom Anfang des Falls an gerechnet, wie die Quadrate der darauf verwandten Zeiten verhalten, — nur daß bei der Beſtimmung der Säculargleichung der Mondlänge die Sache mehr Umſtände erfordert, weil ſeine Beſchleunigung nicht, wie bei ſenkrecht fallenden Körpern, eine gleichförmige iſt), und zur Vollziehung dieſer Integration mußten die, aus je 7 Gliedern (nach der Anzahl der 7 Hauptplaneten) beſtehenden Le Verrier'ſchen Formeln in eine 21gliedrige (nach der Anzahl aller möglichen Paare, die ſich aus 7 Dingen bilden laſſen) umgeformt werden. Die dadurch gefundene Integral-Formel mußte

nun von 100 zu 100 Jahren bis zum Jahre 10000 in Zahlen übertragen, und daraus die Verfrühung der Vollmonde für die Schlußjahre der einzelnen Jahrhunderte in Stunden, Minuten und Secunden beſtimmt werden.

Danach war es möglich, das vereinfachte cykliſche Mondgleichungs-Syſtem, welches ſich ſchon vorausahnen ließ (nämlich die Mondgleichung, anſtatt 7mal nach 300 und Einmal nach 400 Jahren, ohne Unterſchied alle 300 Jahre, und zwar allemal in den durch 300 theilbaren Jahren anzubringen), in extenso mit dem wahren Mondlauf bis zum Jahre 10000 zu vergleichen. Das Reſultat war ſehr überraſchend; in der That zeigte der hiernach beſtimmte cykliſche Vollmond von dem mittleren aſtronomiſchen und mit der Säculargleichung behafteten nirgends eine größere Abweichung als 2 Tage, und eine ſolche ließ ſich auch beim Lili'ſchen Canon, ſelbſt nach Lili's Prämiſſen über die Dauer und Unveränderlichkeit des ſynodiſchen Monats, nicht vermeiden, ohne die Einfachheit des von Alters her geheiligten dionyſianiſchen Oſter-Cyklus zu zerſtören. Dieſe Abweichung möchte an dem Anblick der Mondphaſe kaum merklich werden, ſondern höchſtens an der Verfrühung oder Verſpätung des Mond-Aufgangs; die güldene Zahl wird daher bei Befolgung dieſes Syſtems nie eine bleierne werden (wenn gleich der ſynodiſche Monat, welcher jetzt 29 Tage 12 Stunden 44′ 3″ beträgt, im Jahr 10000 bis auf 29 T. 12 St. 44′ 0″ abgenommen haben wird); ſie bleibt wenigſtens eine ſilberne.

Das auf dieſe Art beſtimmte Oſterfeſt des neu-gregorianiſchen Kalenders wird nie genau in derſelben Ordnung wiederkehren, da es doch im julianiſchen Kalender eine regelmäßige Periode von 532 Jahren hat, und im alt-gregorianiſchen nach Lili's Intention alle 300000 Jahre wiederkehren ſollte. Im neu-gregorianiſchen Kalender würde ſich eine 420000jährige Oſterperiode bilden, wenn die hier aufgeſtellten cykliſchen Regeln in Ewigkeit fortgeſetzt werden dürften; aber aus den angeführten Gründen wird bald nach dem Jahre 10000 eine Abänderung eintreten müſſen, welche ſich jetzt noch nicht genau beſtimmen läßt, außer im Allgemeinen, daß die Mondgleichung alsdann, anſtatt ununterbrochen alle 300 Jahre, zuweilen ſchon nach 200 Jahren anzubringen iſt. Wir bemerken jedoch noch folgende Eigenthümlichkeiten unſeres, bis zum Jahr 10000 fortgeführten Syſtems: Oſtern fällt innerhalb dieſes langen, 8417jährigen Zeitraums (vom Jahr 1583 angefangen, in welchem der gregorianiſche Oſter-Canon zum erſtenmal ins Leben trat) nur 38mal auf ſeinen früheſten Termin (22. März), 78mal auf den 23. März, 110mal auf den 24. März, 175mal auf den 25. März, 203mal auf den 26ſten, 229mal auf den 27., 277mal auf den 28., 280mal auf den 29., 291mal auf den 30., 287mal auf den 31., 270mal auf den 1. April, 274mal auf den 2., 283mal auf den 3., 286mal auf den 4., 293mal auf den 5., 275mal auf den 6., 269mal auf den 7., 283mal auf den 8., 282mal auf den 9., 296mal auf den 10., 282mal auf den 11., 265mal auf den 12., 274mal auf den 13., 286mal auf den 14., 289mal auf den 15., 294mal auf den 16., 270mal auf den 17., 282mal auf den 18., 325mal auf den 19., 281mal auf den 20., 253mal auf den 21., 188mal auf den 22., 150mal auf den 23., 128mal auf den 24., und 71mal auf den 25. April. Auf daſſelbe Datum fällt Oſtern 558mal nach 5 Jahren, 399mal nach 6 Jahren, 3877mal nach 11 Jahren, 211mal nach 35 Jahren, 1mal nach 40 Jahren, 498mal nach 46 Jahren, 150mal nach 51 Jahren, 749mal nach 57 Jahren, 479mal nach 62 Jahren, 28mal nach 63 Jahren, 363mal nach 68 Jahren, 437mal nach 73 Jahren, 254mal nach 79 Jahren, 105mal nach 84 Jahren, 25mal nach 95 Jahren, 3mal nach 119 Jahren, 24mal nach 130 Jahren, 66mal nach 141 Jahren, 28mal nach 147 Jahren, 82mal nach 152 Jahren, 10mal nach 163 Jahren, 21mal nach 220 Jahren, 1mal nach 231 Jahren, 3mal nach 277 Jahren, 2mal nach 304 Jahren, und 5mal nach 372 Jahren; außerdem kommt die Wiederkehr auf daſſelbe Datum nur noch Einmal nach 592 Jahren, Einmal nach 1059 Jahren, und Einmal nach 3071 Jahren vor, indem Oſtern zwiſchen den Jahren 2079 und 2671 nie auf den

24. April, zwiſchen 5424 und 6483 nie auf den 23. März, und zwiſchen 6608 und 9679 nie auf den 22. März fällt. Nach dem altgregorianiſchen Kalender ſollte Oſtern von jetzt an nicht vor dem Jahre 2285 auf den 22. März fallen; nach dem neugregorianiſchen wird dieß Anno 2038 geſchehen (das letztemal geſchah es 1818). Die der Gegenwart zunächſt liegenden Zeitpuncte des ſpäteſten Oſter-Termins (25. April) ſind die Jahre 1734 und 1886. Der kürzeſte Zeitraum der Wiederkehr auf den früheſten oder ſpäteſten Termin iſt 57 Jahre (im julianiſchen Kalender 95 Jahre). Oefters finden lange Reihen regelmäßiger Wiederkehr der Oſterfeſte in derſelben Ordnung nach 68 oder 84 oder 152 Jahren ſtatt, aber ſie werden immer wieder durch den Jahrhundertſchluß unterbrochen. Es vergeht kein Jahrhundert, in welchem nicht Oſtern auf jedes mögliche Datum fiele, die 3 erſten Tage (22., 23., 24. März) und die 3 letzten (23., 24., 25. April) ausgenommen, welche in einigen Jahrhunderten ausfallen.

Dieſe Eigenthümlichkeiten zuſammen laſſen das Syſtem der Schaltjahrs- und Oſterrechnung als ein Symbol der ewigen Harmonie und Stabilität des Himmelslaufs, die doch dabei mit unendlicher, lebensvoller Mannigfaltigkeit gepaart iſt, anſehen, und vergegenwärtigen uns überhaupt das ſtille, einfache Walten der großen Natur mit ihren unabänderlichen Geſetzen, aus welchem dennoch eine unerſchöpfliche Fülle immer neuer und neuer Formen hervorgeht. An uns iſt es nun, dieſe Harmonie ins Leben einzuführen, und alle menſchlichen Verhältniſſe, in unaufhaltſamem Fortſchritt zum Vollkommenſten, doch mit gleich ſtetig beſeligender Regelmäßigkeit zu ordnen.“

So weit unſer würdiger Lehmann. — Es findet ſich, wie meine Leſer ſehen, eine Fülle neuer Anſichten in dieſer ſeiner Arbeit über das „Stabilitäts-Princip in der Aſtronomie und deſſen bisherige Behandlung niedergelegt; ich weiß derſelben, außer der ſchon Eingangs nachgewieſenen Beziehung zu denjenigen eigenen Artikeln, in welchen derſelbe Gegenſtand, aber freiich unter dem auch gleich zugeſtandenen viel engeren, bloß teleologiſchen Geſichtspuncte von mir ſelbſt behandelt wird, durchaus nichts Weſentliches hinzuzufügen; und ich ſpreche ſchließlich nur nochmals das Gefühl der Freude darüber aus, daß eben mein Werk die Veröffentlichung hat übernehmen dürfen. —

Statik; Statica; *Statique.* Die Lehre vom Gleichgewichte, insbeſondere der feſten Körper, da das Gleichgewicht der tropfbar-flüſſigen in die Hydroſtatik, und der elaſtiſch-flüſſigen in die Aeroſtatik gehört. Letztere beiden Disciplinen habe ich wegen ihres engeren Bezuges zur irdiſchen Phyſik in eigenen Artikeln meines Werkes gar nicht behandeln dürfen; und der „Statik“ erwähne ich nur als der Wiſſenſchaft des Hebels, von deſſen Theorie wir namentlich im Art. Mond, S. 144, eine ſo glänzende aſtronomiſche Anwendung gemacht haben. Demgemäß begnüge ich mich hier, in Bezug auf die „Statik“ bloß noch anzuführen, daß man ſie gewöhnlich in den Lehrbüchern der Mechanik (im weiteren Sinne) mit abgehandelt findet, und daß ich unter dieſen Lehrbüchern, namentlich wegen der vielen aſtronomiſchen Anwendungen, einen ganz ausgezeichneten Rang dem „Traité élémentaire de Mécanique“ von Francoeur (Profeſſor an den Lyceen von Paris) anweiſe, von welcher überaus verdienſtlichen Arbeit eine vierte Auflage, Paris 1807, gr. 8. (es gibt aber noch ſpätere) vor mir liegt.

Stationair;* Stationarius; *Stationnaire.* Wenn ein Planet (oder auch ein Komet) aus der rechtläufigen („geocentriſch“ rechtläufig erſcheinenden) Bewegung in die rückläufige (vergl. beide Art.) oder, umgekehrt, aus dieſer in jene übergeht, ſo gibt es allemal eine gewiſſe Zwiſchenzeit, während welcher er ſeinen Platz am Himmel unter den Fixſternen: ſeine geocentriſche Länge** nicht zu ändern ſcheint

* Dieſer Gegenſtand wird gewöhnlich unter „Stillſtände“ abgehandelt; „ſtationair“ iſt aber der aſtronomiſche Terminus technicus.“

** Die „geocentriſche“ Breite dagegen kann ſich, wie man auch mit nur eini-

(während welcher die ſucceſſiven Geſichtslinien von der Erde zum Planeten faſt — vgl. hinten — parallel ſind, zum nämlichen Fixſterne führen). Man nennt ihn dann „ſtillſtehend,“ „ſtationair;“ man ſagt, der „Stillſtand des Planeten“ (Statio planetae; *Station de la planète*) ſey eingetreten. Dieſe Erſcheinung in ihrer Verbindung mit den erwähnten Umſtänden der Recht- und Rückläufigkeit iſt eine natürliche Folge davon, daß wir Erdbewohner den Planeten- (und Kometen-) Lauf nicht aus dem Mittelpuncte der Bewegung, nämlich nicht aus der bei dieſer Planetenbewegung ruhenden Sonne, ſondern aus der, zugleich in Mitbewegung begriffenen Erde beobachten. Ich bitte die Leſer, ſich, wie ich dieß ſchon in den eben citirten Artikeln vorgeſchlagen habe, ganz einfach zwei concentriſche Kreiſe zu zeichnen,* deren innerer, kleinerer, zunächſt die Laufbahn eines unteren Planeten, z. B. der Venus, der äußere, umringende aber die Erdbahn vorſtellen ſoll. Wenn Sie ſodann der Venus in ihrem Kreiſe die Stellung der oberen Conjunction gegen die Erde im ihrigen anweiſen, ſo werden Sie ſie dort „rechtläufig“ finden; die von der ihr in derſelben Richtung, nur langſamer, nachrückenden Erde zu ihr führenden, bis zum Fixſternhimmel verlängerten Geſichtslinien divergiren hier. Indem Venus aber nun weiter hinter der Sonne herum kommt und zur größten öſtlichen Digreſſion gelangt, wird die Richtung ihres Laufes gegen die Erde eine ſolche, daß ſie (Venus) ziemlich gerade auf letztere losrückt, ihr alſo natürlich „ſtationair“ erſcheint, wobei jene Geſichtslinien, wie ich ſchon oben mit Verweiſung hierher anticipire, nahe parallel ausfallen. In der untern Conjunction ſodann erſcheint Venus (oder überhaupt der untere Planet), indem ſie mit ihrer ſchnelleren Bewegung zwiſchen Sonne und Erde hindurchgeht, rückläufig: die Geſichtslinien von der Erde zu ihr convergiren, und ſchon der Uebergang von jener Divergenz zu dieſer Convergenz beweiſt die Nothwendigkeit eines, wie ich oben ſage, „ſtationairen“ Zuſtandes des Parallelismus der Geſichtslinien. Neunzig Grad von der untern Conjunction endlich tritt, indem Venus bei größter weſtlicher Digreſſion jetzt ziemlich gerade von der Erde wegrückt, offenbar ein zweiter „Stillſtand“ ein: Venus erſcheint nochmals „ſtationair;“ — und der Cyklus der Erſcheinungen ihres Laufes geht ſodann neuerdings in der nämlichen Folge vor ſich.

Wäre aber dagegen von einem oberen Planeten, z. B. vom Jupiter, die Rede, ſo kann unſer größerer (der umringende) Kreis dieſe Jupiters-, und der kleinere eingeſchloſſene die Erdbahn vorſtellen. Bemerkt man ſich den Jupiter dabei in Conjunction gegen die Erde, ſo zeigt er ſich (gleich dem unteren Planeten) hier mit divergirenden Geſichtslinien rechtläufig, wird in oder nahe bei der darauf folgenden erſten Quadratur (wenn er Abends um 6 Uhr culminirt), wo die Erde (als in Bezug auf den oberen Planeten, die ſchnellere, gleichwie dieß im vorigen Falle der untere Planet war) ziemlich gerade von ihm wegrückt, und die Geſichtslinien von ihr zu ihm alſo parallel ausfallen, „ſtationair,“ in der Oppoſition, in welcher die Erde zwiſchen der Sonne und ihm hindurchgeht, mit convergirenden Geſichtslinien rückläufig, und endlich in der zweiten Quadratur (Morgens 6 Uhr culminirend), weil nun die Erde etwann gerade auf ihn losrückt, zum zweiten Male ſtationair, wonächſt auch für dieſen oberen Planeten die nämlichen Erſchei-

gem Nachdenken über den Vorgang leicht einſieht, zumal wenn der Stillſtand in der Nähe der Knoten (vergl. d. Art.) erfolgt, dabei merklich ändern.

* Die gewöhnliche Zeichnung gewährt wenig Deutlichkeit; die hier vorgeſchlagenen zwei einfachen concentriſchen Kreiſe dagegen laſſen ſich für die vier Phaſen der oberen und unteren Conjunction, der öſtlichen und weſtlichen Digreſſion, oder, wenn von oberen Planeten die Rede iſt, der Conjunction und Oppoſition und der beiden Quadraturen leicht wiederholen; — und dann wird Alles ganz anſchaulich.

nungen in der nämlichen Folge wiederkehren.

Dieß iſt eine Geſammt-Ueberſicht des ganzen Details des Vorganges, welche namentlich das Entſtehen des uns eben beſchäftigenden „Stationairen“ (der ſcheinbaren „Stillſtände“) aus dem Uebergange der Recht- in die Rückläufigkeit, und umgekehrt ſo deutlich erkennen läßt, daß ich nichts weiter darüber hinzuzufügen brauche.

Stereographiſche Projection, iſt diejenige, im Collectiv-Artikel Projection, beſonders aber Landcharte, S. 35, näher erörterte perſpectiviſche Entwerfungsart der Kugeloberfläche auf der Ebene eines ihrer größten Kreiſe, wobei ein Pol des letzteren den Ort des Auges abgibt, zu welchem die Entwerfungslinien gezogen werden. Soll, um dieß durch ein ſchon l. c. gebrauchtes Beiſpiel zu verdeutlichen, die (Oberfläche der) Nordhalbkugel der Erde ſolchergeſtalt „ſtereographiſch projicirt“ werden, ſo denkt man ſich durch die Ebene des Aequators, als eines ihrer größten Kreiſe, zu deſſen einem (hier dem Süd-) Pole, welcher demnach den Ort des Auges abgibt, von den Oberflächenpuncten jener Halbkugel (convergirende) Entwerfungslinien, deren Durchſchnittspuncte mit der Aequatorsebene auf ihr die „ſtereographiſche Projection“ der entſprechenden Oberflächenpuncte jener Halbkugel (d. h. alſo die ſtereographiſche Projection der Halbkugel ſelbſt) abgeben. — Der bloße Anblick der Fig. 3. der Tafel II dieſes zweiten Bandes unſeres Werkes macht die Sache, wenn die voranſtehende Erklärung durch Worte nicht hinreichen ſollte, ganz augenſcheinlich, und ich empfehle Leſern, welche tiefer in den Gegenſtand eindringen wollten, ſchließlich nur noch den vortrefflich geſchriebenen Artikel „Stereographiſche Projection“ in Mollweide's Fortſetzung von Klügel's „Mathemat. Wrtrb.“ Lpzg. 1823. gr. 8.

Sterne; Stellae; *Étoiles*. Man gebraucht dieſen Ausdruck oft von den Fixſternen und gleichbedeutend damit, oft aber auch von den Planeten, indem man z. B. Venus als Abend- oder Morgenſtern bezeichnet. Nur auf die Sonne und den Mond wendet man das abgekürzte Wort nicht an, ſondern nennt ſie Geſtirne (vergl. letzteren beſondern Artikel, wo der Unterſchied noch beſtimmter hervorgehoben wird).

Sternbilder, Sternfiguren; Asterismi, Constellationes, Imagines s. figurae coelestes; *Asterismes* ou Constellations. „Conſtellationen“ von Fixſternen (als ihren Himmelsplatz behauptenden Geſtirnen), welche man nach ihrer mehr oder minder ähnlichen Begränzung (Verbindung durch Linien, wie meine Leſer dieſe Contouren auf Ihren Himmelscharten oder Globen angegeben finden) mit Menſchen („Perſeus“ u. ſ. w.), Thieren („große Bär,“ „kleine Bär“ u. ſ. w.), oder andern Gegenſtänden (Krone, Leyer u. ſ. w.) verglichen und danach benannt hat. Dieß Zuſammenbringen der Sterne unter gewiſſe „Bilder“ iſt ſchon in den urälteſten Zeiten, ſoweit unſere Geſchichtskenntniß irgend in dieſelben hinein reicht, beſonders im Morgenlande, wo der heitere Nachthimmel die Beobachtung begünſtiget, üblich geweſen,* das Bedürfniß der Geſtirnkenntniß hat ganz natürlich darauf führen müſſen, und wir bedienen uns noch jetzt, mit Beibehaltung der alten Namen, dieſes aſtronomiſchen Hülfsmittels des Zurechtfindens am Himmel, der Wegangabe der Irrſterne (Planeten) durch jene Fixſterngruppen ꝛc., und belegen die Kenntniß der „Sternbilder“ mit dem Namen der Aſtrognoſie,** unter welchem Namen auch vorläufig ſchon in einem eigenen Vortrage, deſſen Ergänzung der gegenwärtige abgeben ſollte, davon gehandelt worden iſt. Da ich in meinem Werke den einzelnen Sternbildern und Sternnamen zur Raumerſparung beſondere Artikel nicht ge-

* Schon im Buche Hiob, Cap. IX, V. 9., Cap. XXXVIII, V. 31. 32. finden ſich die „Sternbilder“ erwähnt.

** Etymologiſch hat der Ausdruck „Aſtrologie“ freilich dieſelbe edle Bedeutung der „Geſtirnlehre;“ allein die „Aſtrologie“ (vergl. d. beſond. Art.) iſt in ihrer Ausartung zur „Sterndeutekunſt“ herabgeſunken und hat dadurch jenen etymologiſchen Charakter eingebüßt.

widmet, ſondern überall nur auf die gegenwärtige allgemeine Zuſammenſtellung verwieſen habe, ſo muß ich *hier* freilich in einiges mehrere Detail über den Gegenſtand eingehen.

Die ſchon in jenen früheren Zeiten gebräuchlich geweſenen und, wie geſagt, unter ihren alten Namen noch jetzt beibehaltenen Sternbilder (von den *neu* hinzugetretenen wird nachher die Rede ſeyn) ſind auf *uns* durch die *Griechen* gekommen, welche ſie ihrerſeits wahrſcheinlich von den *Egyptiern** erhalten haben. Nach dieſen *Griechiſchen* Sternbildern richtete *Hipparch* ſein Verzeichniß (ſ. *Fixſtern-Verzeichniſſe*, S. 574) ein; und da uns daſſelbe von *Ptolemäus*** im *Almageſt* aufbehalten worden iſt, ſo hat man auch den darin vorkommenden 48 Bildern die Benennung der *Ptolemaiſchen* (Figurae Ptolemaicae) belaſſen. Dieſe 48 Sternbilder ſind folgende:

12 im *Thierkreiſe****:

1. Widder,
2. Stier,
3. Zwillinge,
4. Krebs,
5. Löwe,
6. Jungfrau,
7. Wage,
8. Scorpion,
9. Schütz,
10. Steinbock,
11. Waſſermann,
12. Fiſche;

21 *in der nördlichen Halbkugel*:

1. Großer Bär,
2. Kleiner Bär,
3. Drache,
4. Cepheus,
5. Caſſiopeja,
6. Andromeda,
7. Perſeus,
8. Pegaſus,
9. Kleines Pferd,
10. Nördlicher Triangel,
11. Fuhrmann,
12. Bootes,
13. Nördl. Krone,
14. Ophiuchus,
15. Schlange,
16. Herkules,
17. Adler,
18. Pfeil,
19. Leyer,
20. Schwan,
21. Delphin.

15 *in der ſüdlichen Halbkugel*:

1. Orion,
2. Wallfiſch,
3. Eridanus,
4. Haſe,
5. Kleiner Hund,
6. Großer Hund,
7. Hydra,
8. Becher,
9. Rabe,
10. Centaur,
11. Wolf,
12. Altar,
13. Südlicher Fiſch,
14. Schiff Argo,
15. Südliche Krone.*

Diejenigen (bevorworteter maßen, vorangeſtellten) 12 dieſer Sternbilder, welche alſo den *Thierkreis* einnehmen („Zeichen"), prägt man dem Gedächtniſſe am beſten durch die beiden, ſchon im Artikel *Ekliptik* (welchen ich, auch des eben gebrauchten Ausdruckes „Zeichen" wegen, überhaupt zu vergleichen bitte), S. 298 angeführten Hexameter:

* *Lalande* „Astronomie." §. 610 flgd. weist dieſe Uebereinſtimmung zwiſchen den Egyptiſchen und Griechiſchen Bezeichnungen ſehr gut nach; *mich* würde dieß Detail zu weit führen.

** Ueber *Hipparchus* (geſt. zu *Rhodus* 125 *vor* Chr.) finden ſich nähere biographiſche Notizen im Art. *Vorrücken der Nachtgleichen*, und über den *Alexandriniſchen* Aſtronomen *Ptolemäus* (deſſen Thätigkeit in das 2te Jahrhundert *nach* Chriſtus fällt) in *Weltſyſtem*.

*** Der *Thierkreis* (vergl. d. beſondern Art.) iſt bekanntlich diejenige Zone des Fixſternhimmels zu beiden Seiten (oberhalb und unterhalb) der *Ekliptik*, in welcher die Sonne, der Mond und die (wenigſtens *älteren*) Planeten *immer* anzutreffen ſind, daher die darin enthaltenen „Sternbilder" die Aufmerkſamkeit zunächſt auf ſich ziehen mußten. Sie ſind deßhalb auch vorangeſtellt. Wegen ihrer *aſtronomiſchen Zeichen* vergl. jenen Art. *Ekliptik*.

* Ich füge in der vorläufigen Tafel XVII. gleich eine, jedoch bloß auf die ſchnellſte Ueberſicht berechnete „*Darſtellung einiger der vorzüglichſten Sternbilder des nördlichen und ſüdlichen Himmels*" bei, auf welche ich mich wenigſtens meiſtens ſelbſt ſchon jetzt werde beziehen können; das Uebrige muß dann der Himmelsglobus thun, welchen ich freilich in den Händen meiner Leſer vorausſetze, obwohl ich, für den verneinenden Fall, zu Schluſſe des Artikels auch noch Planiſphären der nördlichen und ſüdlichen Himmels-Halbkugel mit einem *alphabetiſchen* Sternbilder-Verzeichniſſe beibringe.

„Sunt *Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,*
*Libra*que, *Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.*“ —

ein. Poetiſcher beſchreibt ſie Manilius „Astronomicon,“ libri V. I. 263, die Stelle iſt mir nur zu lang; – und die Mühe der Verſificirung der übrigen Sternbilder hat ein Holländiſcher Auctor *Philippus Caesius à Zesen* „Coelum astronomico-poeticum.“ Amſterdam. 1662. 8., übernommen, woraus neugierige Leſer Auszüge beim Lalande „Astronomie.“ §. 607. finden. Den obigen 21 nördlichen Sternbildern war aber ſchon bald nach Ptolemäus das Haar der Berenice (in der Mittelzone unſerer Tafel, links) hinzugeſetzt worden, wie denn überhaupt mehrere Veränderungen damit vorgegangen zu ſeyn ſcheinen. So läßt, um nur noch ein Beiſpiel beizubringen, Virgil (Georgic. I. 32.)

„— novum sidus te mensibus addas,
Qua locus Erigonen inter chelasque sequentes
Panditur; ipse tibi jam brachia contrahit ardens
Scorpius, et coeli justa plus parte relinquit.“ — [*]

den Scorpion ſeine Scheeren (Chelas) einziehen, um der Wage, dem Sinnbilde der Vergötterung Auguſts, Platz zwiſchen ſich und der Jungfrau (Erigone) zu machen.

Den genannten 48, und durch dieß „Haar der Berenice“ alſo auf 49 vermehrten alten Sternbildern ſetzten, worauf ich nun kommen wollte, die Neueren aus Sternen, welche das Alterthum „zerſtreuet“ (sporades, informes) gelaſſen hatte, noch mehrere andere Sternbilder hinzu. So findet ſich ſchon in dem Fixſtern-Verzeichniſſe (ſ. d. Art. S. 574) von Tycho de Brahe ein neues Sternbild Antinous[*] (oben ganz rechts in unſerer Tafel XVII, auf welche ich mir die Verweiſung, wenigſtens Behufs ſchnellerer Orientirung in Einzelfällen, ausbedungen habe); und Hevel, der uns vielfach bekannt gewordene Danziger Aſtronom des 17. Jahrhunderts („Firmamentum Sobiescianum.“ Danzig. 1690. Fol.), führte noch folgende 11 Sternbilder ein:

1. Sobieſk. Schild,	7. Lynx,
2. Einhorn,	8. Fuchs mit der Gans,
3. Camelopard,	9. Eidexe,
4. Aſtron. Sextant,	10. Kleiner Triangel,
5. Jagdhunde,	11. Cerberus.[**]
6. Kleiner Löwe,	

Einige neue Sternbilder der ſüdlichen Halbkugel:

1. das Kreuz,[***]
2. die Taube,
3. und 4. die große und kleine Wolke,

ſollen nach der Angabe des verewigten Berliner Hof-Aſtronomen Bode im Jahre 1679 von Auguſtin Royer (Architecten Ludwig XIV. und Liebhaber der Aſtronomie) hinzugefügt ſeyn; ich finde dieſel-

[*] „Gehör' den Himmeln als das Sternbild an,
Für welches ehrfurchtsvoll, mit freud'gren Strahlenblicken,
Erigone, der funkelnde Scorpion,
Die Arm' ihm öffnend, weit ſchon aus einander rücken.“

Virgil's Landbau. Deutſch von Dr. Joſeph Emil Nürnberger. Mit dem Texte zur Seite. Danzig, Botzon. 1825. gr. 12.

[*] In meinen Notizen wird der „Antinous“ dagegen auch als ein, zugleich mit dem „Haar der Berenice“ ſchon von den Alten admittirtes, von Tycho nur hergeſtelltes Sternbild bezeichnet.

[**] Ich brauche die Leſer wohl kaum darauf aufmerkſam zu machen, daß bei dieſer Namenbildung von ſehr entfernten Aehnlichkeiten ausgegangen iſt, und daß man das Wort für die Sache oft bei den Haaren herbeigezogen hat; die edelſte Wiſſenſchaft beſitzt die ſchlechteſte Terminologie.

[***] Dieß iſt das ſchöne Sternbild (*la Croix du Sud*), von dem unſer Alexander von Humboldt „Voyages aux régions équinoxiales.“ Paris. 1810. II. S. 24 flgd., eine ſo reizende Schilderung entwirft, welche ſich auch in Ideler's verbreiteterem „Handb. der franz. Literatur.“ Berlin. 1833. III. 263. abgedruckt findet. Dieß majeſtätiſche Sternbild iſt jedoch ſelbſt in Algier und Nieder-Egypten noch unſichtbar.

ben aber ſchon auf den Himmelskarten (vergl. den beſondern Art.), welche der Augsburger Aſtronom Johann Bayer „Uranometria.“ Augsburg, zuerſt 1603 hat erſcheinen laſſen. Von 12 anderen ſüdlichen Sternbildern:

1. Indianer,
2. Kranich,
3. Phönix,
4. Fliege (ſüdliche),
5. Südl. Triangel,
6. Paradiesvogel,
7. Pfau,
8. Amerik. Gans,
9. Waſſerſchlange,
10. Schwertfiſch,
11. Fliegender Fiſch,
12. Chamäleon,

welche in Europa überhaupt nicht ſichtbar werden, und welche auch bereits auf den nämlichen Charten verzeichnet ſind, legt Bayer die Formirung namentlich dem Amerigo Vespucci bei, deſſen Tagebuch mit dieſen Entdeckungen bald nach ſeinem Tode bekannt geworden war.

Halley hiernächſt, dieſer uns vielfach bekannt gewordene Engliſche Aſtronom, Zeitgenoß Newtons, fügte, gelegentlich einer, unter Carl II. Regierung nach St. Helena unternommenen Reiſe, jenen ſüdlichen Sternbildern noch die „Carls-eiche“ hinzu; und der uns nicht weniger bekannte Franzöſiſche Aſtronom de la Caille fand bei mehrjährigen Beobachtungen auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung in der letzten Hälfte des 17ten Jahrhunderts Veranlaſſung zur Admittirung von abermals 14 neuen ſüdlichen Sternbildern:

1. Bildhauer-Werkſtatt,
2. Chemiſcher Ofen,
3. Pendeluhr,
4. Rautenförmiges Netz,
5. Grabſtichel,
6. Staffelei,
7. See-Compaß,
8. Luftpumpe,
9. See-Octant,
10. Cirkel,
11. Lineal und Winkelmaß,
12. Teleskop,
13. Mikroſkop,
14. Tafelberg,*

wodurch er, wie man aus den Namen ſieht, beſonders das Andenken verſchiedener Künſte und neuerer Erfindungen zu verewigen ſuchte.

* Dieſe 14 Sternbilder ſind aus 397 Einzelſternen gebildet, welche Lacaille in demjenigen Verzeichniſſe aufführt, von welchem ich in dieſem Bezuge im Art. Fixſtern-Verzeichniſſe, S. 575, ſpreche.

Außerdem ſind aber zum Andenken merkwürdiger Perſonen und Begebenheiten noch manche einzelne neue Sternbilder vorgeſchlagen, dauernd oder auch nur zeitweilig angenommen und wieder verworfen worden. So finde ich z. B. das „Lappländiſche Rennthier,“ nahe am Nordpole, eingeführt vom Franzöſiſchen Aſtronomen Le Monnier zu Ehren der nördlichen Franzöſiſchen Gradmeſſung (vergl. d. Art.), welches noch in den jetzigen Verzeichniſſen vorkommt, wogegen die von neueren Franzöſiſchen Aſtronomen zu Ehren Napoleons eingeführten Napoleonsſterne wieder unterdrückt worden ſind u. ſ. w., u. ſ. w.: — und dieß iſt denn die Urſache, aus welcher die Verſchiedenheit in den Angaben über die eigentliche Anzahl der üblichen Sternbilder herrührt, welche Anzahl ſich etwas anders bei älteren, als bei den neueſten Aſtronomen findet, ſo daß man nur im Allgemeinen ſagen kann, ſie betrage zwiſchen 100 und 110.

Um den Leſern hierunten aber wenigſtens über das Gewöhnliche keine Zweifel zu laſſen, ſo füge ich nunmehr das oben verſprochene alphabetiſche Verzeichniß der alſo jetzt „gewöhnlichſten“ Sternbilder beider Hemiſphären bei.

Alphabetiſcher Katalog der Sternbilder.*

Adler.
Altar.
Andromeda.
Antinous.
Argo, Schiff.

* In dieſem Verzeichniſſe könnte man die, zuweilen auch als eigene „Sternbilder“ betrachteten Hyaden und Plejaden (oder „Siebengeſtirn“) vermiſſen; es ſind dieß zwei Sterngruppen, die erſtere auf der Stirn, die zweite am Halſe des oben genannten Sternbildes des Stiers. Die im Verzeichniſſe auch nicht beſonders genannte, in einem beſondern Artikel ausführlich behandelte Milchſtraße aber iſt nicht ſelbſt ein Sternbild, ſondern vielmehr ein durch mehrere, dort genannte Sternbilder hinziehender Sterngürtel.

Bär, kleiner } *
„ großer }
Bärenhüter.
Ballon.
Becher.
Biene.
Bildhauerwerkſtätte.
Bootes.
Buchdruckerpreſſe.
Camelopard.
Caſſiopeia.
Centaur.
Cepheus.
Chamäleon.
Compaß.
Delphin.
Dorado.
Drache.
Dreieck, ſüdliches.
Dreiecke.
Droſſel.
Eidechſe.
Einhorn.
Elektriſirmaſchine.
Eridanus, Fluß.
Fernrohr.
Fiſch, ſüdlicher.
„ fliegender.
Fiſche.
Fliege.
Friedrichsehre.
Fuchs.
Fuhrmann.
Gans, amerikaniſche.
Grabſtichel.
Haar der Berenice.
Harfe.
Haſe.
Hercules.
Hund, kleiner.
„ großer.
Hydra (oder Waſſerſchlange).
Jagdhunde.
Indianer.
Jungfrau.
Karlseiche.
Katze.
Kranich.
Krebs.
Kreuz.
Krone, nördliche.
Krone, ſüdliche.
Leyer.
Lineal.
Löwe, kleiner.
„ großer.
Logleine.
Luchs.
Luftpumpe.
Malerſtaffelei.
Mauerquadrant.
Mikroſkop.
Netz, rhomboidiſches.
Ofen, chemiſcher.
Ophiuchus.
Orion.
Paradiesvogel.
Pegaſus.
Pendeluhr.
Perſeus.
Pfau.
Pferd, kleines.
Phönix.
Rabe.
Rennthier.
Schiffsoctant.
Schlange.
Schütze.
Schwan.
Schwertfiſch.
Seekompaß.
Setzwage.
Sextant.
Skorpion.
Sobieskiſches Schild.
Steinbock.
Stier.
„ polniſcher.
Tafelberg.
Taube.
Teleſkop.
Tucan.
Wage.
Wallfiſch.
Waſſermann.
Waſſerſchlange (oder Hydra).
Widder.
Wolf.
Xiphias.
Zepter.
Zirkel.
Zwillinge.

* Theilweis auch der große und kleine Wagen genannt, und unter dieſem Namen bekannter.

An dieſes Verzeichniß ſchließen ſich zugleich in Tafel XVIII. und XIX. die ebenfalls verſprochene nördliche und

ſüdliche Planiſphäre* an, worauf meine Leſer die, im voranſtehenden Verzeichniſſe alſo alphabetiſch angegebenen „Sternbilder“ auch in der Zeichnung erblicken. Außer dieſen Sternbildern aber finden ſich auf den Himmelsgloben, den größeren Charten und auch ſchon auf unſerer vorangehenden Tafel XVII. noch viele einzelne Sterne mit Eigennamen bezeichnet. Dieſe Eigennamen ſind den durch ihren Glanz ausgezeichneteren Fixſternen zum Theile ſchon von den Alten, beſonders aber, wie auch der Wortklang verräth, von den (vergl. d. A. Aſtronomie, S. 61) Arabiſchen Aſtronomen beigelegt worden. Zwar hat ſchon der oben angeführte Himmelscharten-Zeichner Bayer den glücklichen Verſuch gemacht, dieſe Eigennamen vermittelſt der Bezeichnung der Einzelſterne jedes Sternbildes durch (ſ. Fixſterne, S. 543) beigeſetzte Griechiſche und Lateiniſche (wenn Ein Alphabet nicht ausreichte) Buchſtaben zu verdrängen; allein es bleibt gleichwohl nöthig, auch dieſe Eigennamen** zu kennen; und ich gebe daher nachfolgend ein ebenfalls alphabetiſch geordnetes Verzeichniß*** derſelben, in welchem ich den Eigennamen zugleich jenen dafür gewählten Griechiſchen oder Lateiniſchen Buchſtaben und den Lateiniſchen Namen des betreffenden Sternbildes beigeſetzt, die einſtimmig als von erſter Größe betrachteten 12 Fixſterne unterſtrichen, 7 andere aber, welche (jetzt*) nur von einigen Aſtronomen zu dieſer erſten Claſſe gerechnet werden, mit einem Kreuzchen bezeichnet habe; Sirius und Canopus, letzterer in den nördlichen Ländern nicht aufgehend, zeichnen ſich vor allen durch ihren Glanz aus. Noch bevorworte ich ausdrücklich, daß, wenn die Leſer in dieſem, ohnedieß nur das Gewöhnlichere enthaltende Verzeichniſſe Namen vermiſſen ſollten, dieß anderntheils an dem Umſtande der Bezeichnung Eines und deſſelben Sterns mit mehreren derſelben liegt; Lalande „Astronomie.“ §. 609. weiſt bloß für den Sirius noch 8 andere ſolche Namen nach, die ich doch unmöglich alle aufnehmen konnte; und der Polarſtern (α des kleinen Bären) zum ferneren Beiſpiele, welcher hier mit dem Namen Ruccubah aufgeführt iſt, findet ſich in andern Verzeichniſſen (auch in unſerem Art. Polarſtern) unter dem Namen Cynoſura u. ſ. w.

* Ich komme auf die nähere Einrichtung dieſer beiden „Planiſphären“ (dieſer ſtereographiſchen Polarprojectionen der nördlichen und ſüdlichen Himmelshalbkugel) im gleich folgenden Artikel Sternkarten beſonders zurück.

** Eine tiefſinnige Unterſuchung über den Urſprung dieſer Sternnamen verdanken wir dem verewigten Berliner Hof-Aſtronomen Ideler: „Unterſuchung über den Urſprung und die Bedeutung der Sternnamen.“ Berlin. 1809. 8.

*** Ausführlichere ſolche Verzeichniſſe, mit Angaben der Zahl der überhaupt darin vorkommenden, gleichwie der mit Eigennamen belegten Sterne, im beſonderen Art. Fixſtern-Verzeichniſſe, welcher den gegenwärtigen Vortrag zu vervollſtändigen dient.

Verzeichniß der vorzüglichſten** Stern-Eigennamen:

1. Acrab, β Scorpionis.
2. Achornar, α Eridani.
3. Alamak, γ Andromedae.
4. Alcor (das Reiterlein), g Ursae maj.
5. Albireo, β Cygni.
6. Alchiba, α Corvi.
7. Alcyone, η Plejadum.

* Dieſer Unterſchied im Urtheile über den Glanz (die „Größe“) könnte auffallen; ich habe aber ſchon im Art. Fixſterne, S. 544, darauf aufmerkſam gemacht, daß der „Glanz“ der Fixſterne mit der Zeit auch Veränderungen erleidet, ſo daß Fixſterne, welche danach ſonſt zur erſten Claſſe gehörten, „jetzt“ nur den Rang der zweiten einnehmen, und umgekehrt.

** Ich habe mich hier auf dieß Gewöhnlichere beſchränken zu müſſen geglaubt; die Tafel XVII. enthält aber noch einige Namen mehr, daher ſie, bedürfenden Falles, verglichen werden kann.

8. Aldebaran (auch das Auge des Stiers), α Tauri.
9. Alderamin, α Cephei.
10. Algenib, γ Pegasi.
11. Algieba, γ Leonis.
12. Algol, β Persei.
13. Alhena, γ Geminorum.
14. Alioth, ε Ursae maj.
15. Alkaid, η Ursae maj.
16. Alphard (auch das Herz der Waſſerſchlange), α Hydrae. †
17. Alrami, α Sagittarii.
18. Alſchain, β Aquilae.
19. Altair, α Aquilae. †
20. Alula, γ Ursae maj.
21. Antares (auch das Herz des Scorpions), α Scorpionis.
22. Arktur (auch Kolanza), α Bootis.
23. Arneb, α Leporis.
24. Aſellus (nördlicher), γ Cancri.
25. Aſellus (ſüdlicher), δ Cancri.
26. Bellatrix, γ Orionis.
27. Beteigeuze (auch die Schulter des Orion), α Orionis.
28. Canopus, α Argo navis.
29. Capella (auch die Ziege, α Aurigae.
30. Caſtor, α Geminorum. †
31. Chaph, β Cassiopeiae.
32. Curſa, β Eridani.
33. Deneb, α Cygni. †
34. Denebola (auch der Schwanz des Löwen), β Leonis. †
35. Diphda, β Ceti.
36. Dubhe, α Ursae maj.
37. Elektra, b Plejadum.
38. Enif, ε Pegasi.
39. Fomalhaut, α Piscis australis.
40. Gemma (auch der Edelſtein), α Coronae boreal.
41. Giedi, α Capricorni.
42. Hamal, α Arietis.
43. Izar, ε Bootis.
44. Kiſſa (nördliche), β Librae.
45. Kiſſa (ſüdliche), α Librae.
46. Kochab, β Ursae min.
47. Markab, α Pegasi.
48. Megrez, δ Ursae maj.
49. Mekab, α Ceti.
50. Merak, β Ursae maj.
51. Merope, d Pleiadum.
52. Meſorthim, γ Arietis.
53. Mira, o Ceti.
54. Mirach, β Andromedae.
55. Mirfak (auch Algenib), α Persei.
56. Mirza, β Canis maj.
57. Mizar, ζ Ursae maj.
58. Nath, β Tauri.
59. Phekda, γ Ursae maj.
60. Pleione, h Pleiadum.
61. Pollux, β Geminorum.
62. Praeſepe, ε Cancri.
63. Procyon (auch der kleine Hund), α Canis min. †
64. Ras-Algeti, α Herculis.
65. Ras-Alage, α Ophiuchi.
66. Regulus (auch das Herz des Löwen), α Leonis,
67. Rigel (auch Fuß des Orion) β Orionis.*
68. Nuccabah (auch Cynoſura, der Polarſtern), α Ursae min.
69. Scheath, β Pegasi.
70. Schedir, α Cassiopeiae.
71. Seitan, α Cancri.
72. Sheliak, β Lyrae.
73. Sirra, α Andromedae.
74. Sirius (auch der Hundsſtern), α Canis maj.
75. Spica (auch die Kornähre der Jungfrau), α Virginis. †
76. Sulaphat, γ Lyrae.
77. Taygeta, e Pleiadum.
78. Thuban, α Draconis.
79. Vindemiatrix, ε Virginis.
80. Wega (auch die Leyer), α Lyrae.
81. Wezen, δ Canis maj.
82. Zaurak, γ Eridani.
83. Zavijava, β Virginis.

Cäſius, der uns ſchon oben bekannt gewordene aſtronomiſche Dichter, hat (S. 12 ſeines erwähnten Werkes) diejenigen 15 der voranſtehenden Fixſterne, die nach ſeinem Urtheile den erſten Rang behaupten, in die folgenden ſechs Hexameter gebracht, welche ich zur Gedächtniß-Unterſtützung auch hier folgen laſſe:

* In dieſem, alſo ſchon durch die drei Namen-tragenden Sterne Bellatrix, Beteigeuze und Rigel ausgezeichneten ſchönen Sternbilde des Orion führen auch noch die, in einer ſchrägen Linie ziemlich gleich weit von einander ſtehenden drei andern Sterne δ, ε und ζ (im Gürtel) den Eigennamen Jacobsſtab.

„Prima luce *Canis major* (Sirius) praefulget in austro;
„Mox *humerus dexter* (Beteigeuze), pes laevus Orionis (Rigel); inde
Est *oculus Tauri* (Aldebaran); supraque *corusca Capellae* (Capella);
Hinc *Lyra* (Wega); *Arcturus* (Arktur); *Cor Scorpii* (Antares); *Arista puellae* (Spica);
Anteit *cor Hydrae* (Alphard); sic *cor* et *cauda Leonis* (Regulus und Denebola);
Ast infra *Fomahand* (Fomalhaut) lucet, *Canopus* (Canopus), *Acarnar* (Acharnar).

Es bleibt mir jeẓt nach dieſer Namhaftmachung der Sternbilder und der vorzüglichſten Einzelſterne noch übrig, Anweiſung zur Orientirung zwiſchen ihrer Fülle zu ertheilen. Das ſicherſte und bequemſte Mittel dazu bleibt immer der, in dieſer Rückſicht auch ſchon vorn hervorgehobene Himmelsglobus.* Man ſtelle denſelben auf die, als bekannt vorausgeſeẓte Polhöhe des Ortes, daß alſo der Nordpol deſſelben gegen den Polarſtern gerichtet iſt, welches durch Schieben des (Meſſing-) Meridians in den Einſchnitten des, den Horizont vorſtellenden Globusrandes (vergl. Himmelskugel, künſtliche, S. 761 und 763) bewirkt wird; hierauf bringt man den Ort der Sonne** in der Ekliptik (den ebenfalls als bekannt vorausgeſeẓten Grad der Länge)* für den gegebenen Tag (Mittag) unter dieſen Meridian, hebt den Zeiger des Stundenkreiſes („Index der Roſe") erſt ab, befeſtiget ihn dann auf 12 Mittags, und drehet den Globus hiernächſt unter dem Meſſingmeridian (rechts oder

* Eine Nachweiſung der Handlungen, aus welchen man ſich vorzugsweiſe mit guten ſolchen „Himmelsgloben" verſehen kann, zu Schluſſe des auch oben citirten Art. Himmelskugel, künſtliche; — vom Hülfsmittel der Sternſcharten handle ich im eigenen Artikel.

** Mit dem Gegenſtande noch nicht vertrauete Leſer könnten fragen, was die „Sonne" bei der hier beabſichtigten „Orientirung am Fixſternhimmel" zu thun habe? Allein der Stand der Sonne, oder, wie ich es betrachten will, vielmehr der Stand der Erde in ihrer Bahn gegen die Sonne, iſt für die Erſcheinungen des Fixſternhimmels allerdings entſcheidend. Sey, um dieß an einem Beiſpiele zu zeigen, Figur 1. der Tafel XX, E die Erde in ihrer Bahn um die Sonne S, und A ein Fixſtern, z. B. der oben genannte Aldebaran (das Auge des Stiers), von welchem ich gleich bevorworte, daß die Geſichtslinien aus allen Puncten der Erdbahn nach ihm, wegen der unermeßlichen Fixſtern-Entfernung, unter ſich parallel ſind. Iſt alſo die Erde, wie es ſich mit Bezug auf dieſen Stern zu Ende des Mai's trifft, in E, ſo ſteht ihr (die Figur zeigt Alles augenſcheinlich) Aldebaran in A hinter der Sonne, culminirt Mittags, und wird vor den Sonnenſtrahlen gar nicht geſehen. Kommt die Erde nach 3 Monaten, Ende des Auguſts (um mich auf die Hauptſtellungen zu beſchränken), nach E′, ſo erſcheint ihr der Stern in A′ 90° (= Winkel A′E′S) weſtlich von der Sonne, und geht alſo 6 Uhr Morgens durch den Meridian. Wieder nach 3 Monaten, Ende Novembers, findet ſich die Erde in E″ gerade zwiſchen S und A, und ſieht den Stern demnach um Mitternacht, gleichwie abermals 3 Monate nachher, Ende Februars, aus E‴ in A″, 90° (= Winkel A″E‴S) öſtlich von der Sonne, um 6 Uhr Abends im Meridian. — Eben ſo verhält es ſich, mit bloßer Ausnahme der für den beſtimmten Erdort beſtändig ſichtbaren oder unſichtbaren (der Circum-Polar-) Sterne, hinſichtlich des ganzen übrigen Fixſternhimmels; diejenigen Fixſterne, bei denen ſich die Sonne eben zeigt, werden dann gar nicht, ſondern erſt ſpäter geſehen; — und es kommt alſo, wie ich ſage, ganz auf den Himmelsort der Sonne an, welche Sterne zu unſerem Anblicke kommen können.

* Da ſich der Aequinoctialpunct, von welchem ab die Längen gezählt werden (ſ. Vorrücken der Nachtgleichen), gegen die Fixſterne alljährlich etwas verrückt, ſo darf der Globus (Himmelskugel, künſtliche, S. 769) nicht zu alt ſeyn.

links), bis der ſich nunmehr mitdrehende Zeiger die verlangte Abend- oder Morgenſtunde zeigt: ſo iſt der Globus „orientirt," d. h. er ſtellt in dieſer Lage ein getreues Bild des Himmels, von deſſen Nordpole, welchem ſein Nordpol entſpricht, ab, vor. Erblickt man alſo nunmehr an irgend einer Himmelsſtelle einige durch ihre Configuration ausgezeichnete Sterne, ſo beobachtet man ihre Lage und Richtung gegen den Himmels-Nordpol, verfolgt dieſelbe Richtung auf dem Globus von deſſen Nordpol ab, und kann ſolchergeſtalt das betreffende, auf demſelben mit ſeinen Contouren verzeichnete und benannte Sternbild unmöglich verfehlen. Auch braucht man, umgekehrt, nur zwei oder drei der größeren Fixſterne oder auch eine oder einige Conſtellationen am Himmel ſelbſt bereits zu kennen, wonächſt man ſie ſich auf dem Globus aufſucht, ſie dort mit andern Sternbildern verbindet, und dieſe Verbindung demnächſt am Himmel wiederholt. So kennt z. B. Jedermann am Himmel das oben erwähnte Sternbild des großen Bären und diejenigen 7 Sterne darin, welche, angeführtermaßen, einen Theil deſſelben unter dem Namen des großen Wagens abgeben, wo die in einem Vierecke ſtehenden Sterne die 4 Räder, und die andern 3 die Deichſel vorſtellen. Sucht man dieſes Sternbild alſo nun auf dem Globus auf, zieht durch die beiden Hinterräder eine Gerade und verlängert dieſelbe nach dem Nordpole hin, ſo trifft ſie den äußerſten Stern im „Schwanze" des nicht weniger allgemein bekannten Sternbildes des kleinen Bären; dieſer Stern iſt der Polarſtern (vergl. d. Art., wo das nämliche Verfahren zur Auffindung vorgeſchrieben iſt), Ruccabah (Cynoſura), α Ursae min. unſeres Verzeichniſſes; und die Ermittlung am Himmel wird demnächſt keine weiteren Schwierigkeiten haben.

Dieſe Methode der Verbindung der Einzelſterne durch gerade Linien („Alignement"), oder eigentlich durch Bögen der größten Kreiſe an der Innerfläche der ſcheinbaren Himmelshohlkugel iſt um ſo mehr zu empfehlen, da die Umriſſe (Contouren) der Sternbilder ſelbſt, wie ich auch gleich bevorwortet habe, meiſtens nur eine ſehr entfernte Aehnlichkeit mit den Gegenſtänden beſitzen, deren Namen ſie führen. Gleichwohl bezieht man ſich meiſtens lieber auf dieſe, nun einmal admittirten Bilder ſelbſt; und ich laſſe daher für Leſer, welche zugleich keinen Globus beſitzen, oder deſſen Anwendung, wie ſie hier vorgeſchrieben iſt, zu beſchwerlich finden, noch eine andere

Anweiſung, die Sternbilder kennen zu lernen,

folgen, welche wir dem würdigen Dorpat'er Aſtronomen Mädler verdanken, und welche wohl jedem Bedürfniſſe genügen wird.

„Die Betrachtung des Himmels," ſo drückt ſich aber unſer Mädler einleitend aus, „iſt ſicherlich eben ſo alt, als das Menſchengeſchlecht. Die älteſten Urkunden der Völker erwähnen der Geſtirne und ihrer Namen: die früheſten Religions-Syſteme knüpften ſich, mittelbar oder unmittelbar, an den geſtirnten Himmel. Die Frage nach dem Urſprunge der Sternbilder iſt daher zugleich eine der leichteſten, wie eine der ſchwerſten; erſteres, inſofern es wohl keinem Zweifel unterliegt, daß der Menſch, ſo wie er nur überhaupt anfing, den Dingen Namen zu geben, auch nicht lange geſäumt haben wird, die Lichter ſeines nächtlichen Himmels zu benennen; letzteres, wenn man wiſſen will, welche beſondere Bedeutung und Beziehung jedes einzelne Sternbild habe. Merkwürdig, obwohl leicht aus dem Geſagten erklärlich, iſt es, daß die verſchiedenen alten Völker, ſo verſchieden auch ihr religiöſer Cultus, ihre Sprache und ihre Lebensweiſe war, doch eine ſo große Uebereinſtimmung in Bezeichnung und Benennung der Geſtirne darbieten, daß wir in der Bibel, bei den Chaldäern, Griechen und Egyptern denſelben Namen und Bildern begegnen, und daß beinahe nur die Chineſen, die faſt in allen irdiſchen Dingen das gerade Widerſpiel der Europäer ſind, auch den Sternenhimmel auf ihre eigene Weiſe eingetheilt haben.

Im Allgemeinen iſt nicht zu verkennen, daß die Götterlehre der Alten mit ihren

Sternbildern in der genaueſten Verbindung ſtand. Attribute der Götter, Thiere, die ihnen geheiligt waren oder ſonſt in näherer Beziehung zu ihnen ſtanden, Helden und Herrſcher, Erfinder und ihre Erfindungen waren es, deren Andenken durch dieſes unvergänglichſte aller Monumente bewahrt werden ſollte. Aber wir ſtehen zu fern von jenen Zeiten, ſind zu wenig in ihren Cultus und ihre Denkweiſe eingeweiht, als daß wir hoffen dürften, überall die richtige Erklärung zu treffen; waren doch ſchon die Alten ſelbſt nicht einig darüber, und geben uns, die wir in ihnen geſchichtliche Aufſchlüſſe ſuchen, nur ihre eigenen Privatmeinungen mit mehr oder minderem Selbſtvertrauen. — Deßhalb iſt es am beſten, die Sternbilder zu nehmen und zu laſſen, wie ſie nun einmal Jahrtauſende lang beſtehen, um ſo mehr als die Wiſſenſchaft nichts dabei gewinnen kann, wenn willkürliche Aenderungen hierin gemacht werden. Unbekümmert um das, was die Vorzeit ſich bei ihnen gedacht haben möge, ſind uns die Sternbilder Hülfsmittel, uns am Firmament zurecht zu finden. Niemand, ſelbſt nicht der kundigſte Aſtronom, kann jeden einzelnen Stern ſeiner Lage und Größe nach im Gedächtniß haben; jeder Menſch aber, oder er müßte ſich ſo gänzlich in das Großſtädterleben verſenken, daß für ihn die Natur da draußen überhaupt nicht vorhanden iſt, bedarf einer Kenntniß des geſtirnten Himmels, ohne welche der Schiffer, der Jäger, der nächtliche Wanderer jeden Augenblick in Verlegenheit und Gefahr gerathen würden, und die alſo auch ein ſehr dringendes, materielles Bedürfniß ſelbſt für den iſt, der kein höheres und edleres in ihnen ſucht. — Die Alten hatten ihre Sternbilder zwar über den ganzen Himmel verbreitet, doch nicht alle Räume deſſelben damit vollſtändig beſetzt. Wie zwiſchen den älteſten Staaten und Reichen der Erde, ſo blieb auch zwiſchen den durch Bilder bezeichneten Regionen des Himmels noch viel leerer Zwiſchenraum; doch ähnlich, wie in ſolchen hier unten nirgend große Städte und andere wichtige Puncte lagen, ſondern meiſt nur arme Hirten und Nomaden vergeſſen und unbeachtet hausten, ſo waren auch die Figuren am Himmel ſo angeordnet und vertheilt, daß nur die mit kleineren Sternen ſparſam beſetzten Räume unbenannt blieben. — Die achtundvierzig* Sternbilder, welche ihren altklaſſiſchen Adel dokumentiren können, reichen daher auch noch heut für den, welcher kein tieferes Studium beabſichtigt, ſondern nur eine Sternenkunde für die Orientirung im gewöhnlichen Leben bezweckt, faſt überall aus. Nur in den Gegenden um den Südpol, die man in Griechenland und Egypten nicht mehr ſehen konnte, und die man alſo in unſern Gegenden noch viel weniger ſieht, haben die Seefahrer des ſechszehnten und ſiebenzehnten Jahrhunderts noch bedeutend helle Sterngruppen gefunden, welche neu zu benennen waren. — Dieß iſt denn auch in reichlichem Maße geſchehen, ja man hat auch in den übrigen Gegenden des Firmaments die Zwiſchenräume mit neuen Sternbildern beſetzt, ſo daß gegen Ende des ſiebenzehnten Jahrhunderts bereits der ganze Himmel unter etwa ſiebenundſiebenzig Sternbilder vertheilt war, die überall an einander gränzten, ſo daß es fortan keinen, ſelbſt keinen neu entdeckten Stern mehr geben konnte, der nicht einem Sternbilde beſtimmt angehörte. Damit hätte nun billig Alles abgeſchloſſen ſeyn ſollen. Aber die Aſtronomen, wie nahe auch dem Himmel verwandt, ſind doch keinesweges ſo frei von allen menſchlichen Leidenſchaften, daß nicht namentlich die liebe Eitelkeit Manche von ihnen beſchleichen ſollte. War eine neue Entdeckung oder Erfindung gemacht, ſo begnügte man ſich nicht, ſie auf der Erde in Anwendung geſetzt zu ſehen; man mußte ſie auch noch am Himmel unterbringen. Schmeichelei verſetzte die Attribute berühmter und unberühmter Könige an den Himmel; ja man ging noch weiter, und Lalande ſchob ſeine Lieblingskatze zwiſchen die hehren Götter- und Heroengeſtalten mitten hinein, obgleich ein alter und ein junger Löwe nebſt einem Luchſe, den Hevel eingeführt hatte, das Katzengeſchlecht wohl genügend vertraten.

Es hat wirklich etwas Komiſches, wenn auf den neueren Sternkarten, neben den

* Vergl. vorn, wo dieſe 48 Sternbilder der Alten namentlich aufgeführt ſind.

mächtigen und impoſanten Bildern des Orion, des großen Hundes, des Wallfiſches und Centauren, eine *Buchdruckerwerkſtatt*, eine *Elektriſir-Maſchine*, eine *Malerſtaffelei* und ein *chemiſcher Ofen* zu finden, wir einen *Luftball* herumfliegen und eine *Georgsharfe* vergebens die Hand ſuchen ſehen, welche ihre Saiten anſchlage. Möchte der Vorſchlag des verewigten Olbers, den er in einem nach ſeinem Tode gedruckten Aufſatze über die neueren Sternbilder gethan, dieſe unnützen und geſchmackloſen* Namen der Sternbilder wieder abzuſchaffen, allgemeine Zuſtimmung erhalten! — Für unſern gegenwärtigen Zweck iſt die Frage übrigens gleichgültig. Mögen dieſe neuen, dem bloßen Auge ſo gut als unſichtbaren, eben ſo plan- als geſchmacklos gebildeten Zeichen ſich fernerhin in Karten und aſtronomiſchen Schriften erhalten oder nicht; wir wollen hier nichts als die kenntlichſten, ausgezeichnetſten, für allgemeine Orientirung am Himmel und auf der Erde nothwendigſten Bilder zuſammenſtellen, und dazu reichen die Sternbilder der Alten faſt allein ſchon aus.

Bei der hier folgenden allgemeinen Anweiſung, wie man es anzufangen habe, mit dem Himmel bekannt zu werden, haben wir zunächſt Deutſchland und die benachbarten Länder, überhaupt ſolche im Auge, die um den fünfzigſten Breitengrad, der etwa durch Deutſchlands Mitte zieht, herumliegen. Alle näheren Angaben, die nicht für die ganze Erde gleichmäßig gelten, ſind alſo zunächſt auf dieſen Grad zu beziehen. — Man ſuche zunächſt den *Polarſtern* auf. Unſer nördlicher Himmel hat den großen Vorzug, in dem hellen Sterne am Schwanze des kleinen Bären einen der Weltaxe ſehr nahe ſtehenden Stern zu beſitzen, den man immer in derſelben Gegend des Himmels findet und ihn für allgemeine Orientirung ohne Fehler als Mittelpunct der Bewegungen betrachten kann. Er gibt zugleich mit überall ausreichender Sicherheit die Himmelsgegend *Norden* an, wenn man von ihm aus den kürzeſten Weg zum Horizont hinab einen Bogen zieht. — Iſt man ſicher, ihn ſtets wieder zu erkennen, ſo merke man ſich die hellſten und ausgezeichnetſten der um den Pol herumliegenden Sternbilder, und zwar eins nach jeder Himmelsgegend. Am geeignetſten ſind hierzu: der *große Bär* (Himmelswagen), die *Caſſiopeja*, der Stern *Capella* im Fuhrmann und *Wega* in der Leyer. Die beiden erſten, wie die beiden letztern, ſtehen in Bezug auf den Polarſtern einander faſt gegenüber, ſo daß, wenn z. B. eins derſelben im Norden ſteht, die übrigen drei die Richtungen Oſt, Weſt und Süd nahezu bezeichnen.

So wie es hier, Fig. 2 und 3 unſerer Tafel XX, gezeichnet iſt, erblickt man die angeführten Sternbilder zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche um Mitternacht; für die Herbſtnachtgleiche muß man das Bild umkehren; für die kürzeſte Nacht des Jahres muß die Leyer oben ſtehen, für die längſte der Fuhrmann. Keines dieſer Geſtirne geht für Norddeutſchland unter; nur Wega für die Gegenden, welche ſüdlich von Dresden und Leipzig liegen, und nur auf ſehr kurze Zeit. Man wird ſie daher in jeder heitern Nacht und zu jeder Stunde derſelben auffinden und als eine ſichere Grundlage gebrauchen. — Auf dem zweiten Blatte ſieht man ſämmtliche, dem bloßen Auge *deutlich* ſichtbaren Sterne, welche zu Berlin nie untergehen.

Es ſind nämlich die Sterne der *vier* erſten Größen, deren dieſe Gegend hundertundzwanzig enthält, und die ſich auf fünfzehn Sternbilder vertheilen. Scharfe Augen unterſcheiden zwar noch Sterne der fünften und ſechsten Größe, doch nur in den heiterſten Nächten, und es kommt zunächſt nicht darauf an, dieſe zu kennen, ſondern die auch unter minder günſtigen Umſtänden noch ſichtbaren und ſich deutlich hervorhebenden zu unterſcheiden. — Zwiſchen dem großen und kleinen Bären zieht ein Bogen von Sternen ſich um letztern herum und bildet mit einigen, weiter abwärts nach Wega zu liegenden das Sternbild des *Drachen*. Zwiſchen dem Drachen und der Caſſiopeja liegt das nicht ſehr ausgezeichnete Bild des *Cepheus*, und in den faſt leer erſcheinenden großen Raum zwiſchen dem Polar-

* Ich habe ſchon vorn auf dieſe Trivialität der aſtronomiſchen Terminologie aufmerkſam gemacht.

ſtern und dem Fuhrmann, wo ſich nur wenige Sterne der vierten Größe befinden, theilen ſich das Camelopard und der Luchs. — Die übrigen, am Rande des Blattes herum gruppirten Sternbilder, von denen die hier nicht gezeichneten Theile zu Berlin untergehen, ſieht man am beſten, wenn ſie ſich in der Nähe des Zenith's befinden, und dieß geſchieht für den Fuhrmann in den Mitternächten des Decembers und Januars, für den Luchs im Februar, für den großen Bären im März, den Bootes im April und Mai, den Herkules im Mai und Juni, die Leyer im Juli, den Schwan im Auguſt, die Andromeda im September und October, den Perſeus im November. Will man dieſe Sternbilder in andern als den angegebenen Monaten im Zenith ſehen, ſo muß man für jeden, von da ab gezählten Monat ſie zwei Stunden früher aufſuchen. Will man alſo z. B. den Perſeus im Januar im Scheitel haben, ſo wird man, da zwei Monate ſeit November verfloſſen ſind, 2mal 2, d. h. vier Stunden vor der Mitternacht, alſo um acht Uhr Abends ſie aufſuchen müſſen; und wenn die ſo berechnete Zeit in den Tag fällt, ſo folgt, daß man ſie alsdann gar nicht im Zenith, ſondern nur in andern Gegenden des Himmels während der Nacht finden wird.

Durch die Sternbilder Perſeus, Caſſiopeja, Cepheus und Schwan zieht ein Theil des großen Gürtels, der unter dem Namen der Milchſtraße bekannt iſt. Sie wird deßhalb auch in allen Nächten geſehen, nur freilich unter ſehr verſchiedenen Umſtänden. Im Frühling zeigt ſie ſich um Mitternacht tief am Nordhimmel, ja in den ſüdlichſten Gegenden Europa's iſt ſie alsdann ſo gut als unſichtbar. Die hellen Nächte der Sommermitte ſind ihrer Sichtbarkeit ungünſtig, ſo wie die Mondſchein-Perioden ſie gleichfalls unſcheinbar machen. Dagegen zieht ſie in den Herbſtnächten und zu Anfang des Winters hoch am Himmel hin und durch den Scheitelpunct oder nahe daran vorüber, und für die glänzendſten Partien derſelben ſind dieſe Nächte überdieß die vortheilhafteſten. — Hat man die angegebenen Bilder ſeinem Gedächtniſſe eingeprägt, ſo kann man die Sternbilder des Thierkreiſes folgen laſſen, die überdieß, da Sonne, Mond und Planeten (einige teleskopiſche ausgenommen) ſich ſtets innerhalb des Thierkreiſes halten, die wichtigſten ſind. Doch kann man ſie in keiner Nacht des Jahres alle beobachten, da das, in welchem eben die Sonne ſteht, und eben ſo die beiden, welche öſtlich und weſtlich daran gränzen, unſichtbar ſind. Ihre Namen ſind allbekannt. Will man ſie ſich in der Ordnung merken, wie ſie in den Mitternächten des Jahres am höchſten (im Süden) ſtehen, ſo muß man, ihrem gegenwärtigen Stande nach, mit den Zwillingen anfangen, die in der Mitternacht des 1. Januar durch den Meridian gehen. Am 1. Februar iſt dieß der Fall mit dem Krebſe u. ſ. w., ſo daß man am 1. December um Mitternacht den Stier im Meridian erblickt. Wir werden indeß hier mit dem Widder beginnen, den man am 1. November im Süden hat.

Die beiden hellſten und kenntlichſten Sterne des Widders (Fig. 4 der Tafel XX.) ſtehen, wenn ſie durch den Meridian gehen, ſo wie es hier angegeben iſt; beim Aufgange hingegen ſtehen ſie wagerecht neben einander, gleichwie beim Untergange ſenkrecht über einander. — Auf den Widder folgt der Stier, der einen Stern erſter Größe Aldebaran beſitzt, welcher mit fünf andern kleineren die Hyaden (Regenſterne) bildet; noch eine reichere Sterngruppe in dieſem Bilde ſind die Plejaden* (oder das Siebengeſtirn), indem auch unbewaffnete Augen ſieben Sterne darin entdecken; — die beiden hellen Sterne im öſtlichen Theile des Bildes (links) nennt man die Hörner des Stiers. — Hierauf folgt ein faſt eben ſo glänzendes Sternbild, die Zwillinge, auch Caſtor und Pollux nach ihren beiden hellſten Sternen genannt. Caſtor iſt der nördliche, von grünlicher Farbe und ein Doppelſtern; Pollux der ſüdliche. Kurz nach dem Aufgange ſtehen ſie ſenkrecht, kurz vor dem Untergange wagerecht neben einander. Sie bilden die Köpfe

* Beide Sterngruppen ſind ſchon vorn im Verzeichniſſe beim Bilde des Stiers erwähnt.

der beiden Zwillinge; die helleren Sterne im gegenüberliegenden Theile des Bildes bezeichnen die Füße. Unter allen Sternbildern des Thierkreiſes ſteigen die Zwillinge am höchſten gegen das *Zenith* empor.

Jetzt gelangen wir zu einem kleinen und dunklen Sternbilde, dem *Krebſe*. Er hat nur Sterne vierter und kleinerer Größen, unter denen ſich aber mehrere doppelte und ſelbſt ein dreifacher befinden. Zwiſchen den beiden in der Mitte, welche den Namen nördlicher und ſüdlicher Eſel führen, liegt ein Sternhaufen, die Praeſepe, ſehr reich, aber minder glanzvoll als die Plejaden. — Von andern Sternbildern ſehen wir noch auf dieſem Blatte den *Triangel*, die Inſel Sicilien vorſtellend. Er hat nur wenige und kleine Sterne. Ferner Theile des Perſeus, Fuhrmanns und Luchſes, die aber hier nur ſchwache Sterne zeigen. — Glänzender und reicher ſind die Bilder am Südrande des Blattes. Hier zeigt ſich ein Theil des *Wallfiſches*, dann das glänzendſte Sternbild des ganzen Himmels, *Orion*, der hier einen röthlichen Stern erſter Größe hat; ein Theil des *Einhorns* und ſodann der *kleine Hund*, mit dem hellſtrahlenden Procyon. Der *Sextant* iſt nur ſchwach und kaum kenntlich. Die Milchſtraße, aus dem Bilde des Perſeus kommend, durchzieht hier einen Theil des Stiers, der Zwillinge und des Einhorns; ſie iſt in dieſer Gegend nicht ganz ſo hell und breit, als gegenüber im Schwan.

In Figur 5 unſerer Tafel XX. folgt nun zunächſt der *Löwe*, welcher in den Märznächten am beſten ſichtbar iſt. Der hellſte Stern darin iſt *Regulus* (das *Löwenherz*), über welchem ein ſchöner goldfarbiger Doppelſtern funkelt. Dieſe beiden und noch drei andere, im öſtlichen Theile des Bildes ſtehende machen den Löwen am beſten kenntlich. An kleineren Sternen iſt dieſe Gegend nicht ſonderlich reich. — Das große Sternbild der *Jungfrau* zeigt ſich am Mitternachtshimmel des März und April. Es iſt ziemlich leer an kleinern Sternen, dagegen angefüllt von mehr als vierhundert Nebelflecken, die nirgend am Himmel in ſo dichtem Gedränge ſtehen, als im nordweſtlichen Theile dieſes Bildes. Mit bloßem Auge iſt kein einziger ſichtbar, dagegen kann man wahrnehmen, daß in dieſer Gegend der Grund des Himmels etwas geringere Schwärze zeigt, als anderwärts. Fünf Sterne dritter Größe bilden hier zwei ſymmetriſche Bögen, während im öſtlichen Theile fünf andere den Saum des Kleides der Jungfrau bezeichnen. Zwiſchen beiden Gruppen ſteht eine dritte, deren Mittelpunct der helle Stern Spica (die Kornähre, welche die Jungfrau in der Hand hält) bildet. Spica gehört ſchon zu den ſüdlichen Sternen, und bleibt nur ſo lange über dem Horizont, als die Sonne am 18. October. — Hierauf folgt die *Wage*, die man am beſten Anfangs Mai ſieht: ſie zeichnet ſich durch zwei helle Sterne aus, welche die beiden Schalen der Wage bilden und beim Untergange ſenkrecht über einander ſtehen. Die große und reiche Sterngruppe ſüdweſtlich von den Wagſchalen, die zum Theil dem folgenden Bilde angehört, kann man in Norddeutſchland ſchon nicht mehr in ihrem vollen Glanze ſehen, da ſie zu tief ſteht und die Nächte des Mai's ſchon nicht mehr die volle Dunkelheit haben. Süddeutſchland und noch beſſer Italien zeigt ſie dagegen in voller Pracht. — Der *Scorpion* würde ohne ſeinen Stern erſter Größe (Antares) im Norden kaum mehr bemerkt werden, da er ſich faſt nur in den hellen Julinächten zeigt; indeß gruppiren ſich die ausgezeichneteren Sterne dieſes Bildes ziemlich ſymmetriſch und machen es dadurch kenntlich. Für den Bewohner der *ſüdlichen* Halbkugel dagegen bildet der Scorpion den Anfang eines großen und breiten Gürtels, der ſich am Südpol vorüber und bis zum Orion hinzieht. — Noch findet man hier das *Haar der Berenice* und den *Bootes*, deſſen Hauptſtern der ſchöne rothe *Arcturus* bildet, den man eine Zeitlang für den der Erde nächſten Fixſtern hielt. Auch die übrigen Sterne dieſes Bildes ſind ſehr kenntlich gruppirt, und es befinden ſich unter ihnen eine große Anzahl merkwürdiger Doppelſterne. — Die nördliche *Krone*, deren Hauptſterne hier noch dargeſtellt ſind, der hellſte von ihnen heißt Gemma (Edelſtein). — Endlich zwei große Sternbilder, *Herkules* (das Bild, wohin ſich unſer Sonnenſyſtem bewegt) und *Ophiuchus* (Schlangenträger) mit der *Schlange*.

Der hellſte Stern des Ophiuchus ſteht nahe neben dem hellſten des Herkules, und ſie bilden die Köpfe beider Figuren. Der des Herkules iſt veränderlich, d. h. er zeigt ſich bald mehr, bald weniger hell. Es iſt dieß zwar in Folge der verſchiedenen Nachtdunkelheit und der größern oder geringern Heiterkeit der Atmoſphäre, ſo wie des höhern oder tiefern Standes, mehr oder minder bei allen Sternen der Fall; hier aber iſt die Rede von einer ihm eigenthümlichen Veränderlichkeit. Man erkennt dieß am beſten daran, daß er zuweilen dem neben ihm ſtehenden Ophiuchusſterne faſt gleich, ein anderes Mal dagegen merklich ſchwächer iſt. — Die Schlange des Ophiuchus, die bis zur nördlichen Krone hinaufreicht, hat gleichfalls einen hellen Stern zweiter und mehrere andre dritter Größe.

Gegen Süden zeigen ſich ſehr ſternenleere Gegenden. Das ſich weit herumſchwingende Bild der Waſſerſchlange zeigt nahe am rechten Rande der Tafel einen ſehr einſam ſtehenden Stern Alphard, den die früheren Aſtronomen zur erſten Größe zählten, und der jetzt kaum zur zweiten gehört, da er z. B. den Sternen der Caſſiopeja an Glanz faſt noch nachſteht. Er hat alſo wohl im Laufe der Jahrhunderte an Glanz verloren. Weit und breit um ihn herum, beſonders aber nach Süden zu, findet ſich eine merkwürdige Sternenleere; gar keine großen und ſehr wenig kleine Sterne. Der Sextant iſt kaum kenntlich; etwas beſſer der Becher, in dem namentlich ein Halbkreis von ſechs Sternen einigermaßen die Form eines Bechers zeigt, und der Rabe, den man rechts unterhalb Spica ſieht.

Die vier letzten Sternbilder des Thierkreiſes zeigt die folgende Figur 6 der Tafel XX.

Zunächſt folgen zwei ſehr ſternenarme und namentlich für unſere Gegenden unſcheinbare Sternbilder, der Schütze und Steinbock. Man ſieht ſie nur in den hellſten Sommernächten tief am Südhimmel, und muß die benachbarten Sternbilder zu Hülfe nehmen, um ſich ihre Lage einzuprägen. Den beſten Anhaltpunct gewährt der helle Stern des Adlers, der in den Mitternächten des Juli culminirt. Rechts unter ihm, allein in ziemlicher Entfernung, ſteht dann der Schütze, links der Steinbock, beide nahe am Horizont. — Beſſer ſichtbar iſt der Waſſermann, wiewohl er auch nur Sterne dritter und vierter Größe zeigt. Ueberhaupt ſind dieſe vier letzten Bilder des Thierkreiſes die ärmſten, ſowohl mit den andern acht Bildern, als auch mit den ſie umgebenden und nicht zum Thierkreiſe gehörenden verglichen. Im Waſſermann ſind drei Sterne im nördlichen Theile am kenntlichſten, ſie ſind von der dritten Größe und ſtehen links, ſüdöſtlich von den hellen Sterngruppen des Adlers und Delphins. — Die Fiſche beſchließen den Kreis. Nur ein Stern in der ſüdöſtlichen Ecke am Bande der Fiſche zeichnet ſich einigermaßen aus: er iſt zugleich ein Doppelſtern. Seine beſte Sichtbarkeit fällt in die October-Nächte; er ſteht dann gerade ſüdlich unter den hellen Sternen des Widders.

Noch zeigen ſich auf dieſer Figur: Der Schlangenträger, in dem ſich einige glänzende Sterngruppen befinden, wiewohl er im Ganzen nicht zu den reichen Bildern gehört. Ein Theil des Herkules, meiſt nur kleine Sterne enthaltend. Das glänzende Sternbild des Adlers, deſſen ſüdlicher Theil (ohne beſtimmte Abgrenzung) Antinous heißt. Hier zeichnet ſich Athair als Stern erſter Größe aus; er hat zugleich eine ziemlich ſtarke eigene Bewegung. Von den beiden ihm zunächſt ſtehenden iſt der ſüdliche veränderlich. Auch im ſüdlichen Theile des Bildes, wo die Sternkarten den Antinous zeichnen, ſtehen ziemlich helle Sterne.

Oeſtlich und nördlich vom Adler gruppiren ſich vier kleine Sternbilder, unter denen der Delphin das glänzendſte iſt. Fünf Sterne dritter Größe ſtehen hier nahe bei einander. Die drei übrigen: Füllen, Pfeil und Fuchs, enthalten nur ſchwächere Sterne. Im Fuchſe erſchien 1671 ein neuer Stern, der wieder verſchwunden iſt. — Nördlich darüber ein Theil des Schwans, mit drei kenntlichen Sternen. — Oeſtlich der ſehr kenntliche Pegaſus, wo drei Sterne zweiter Größe mit einem vierten noch helleren, zur Andromeda gehörig, ein ziemlich regelmäßiges Quadrat bilden, was auch den Namen Tiſch führt. Der innere

Raum dieſes Tiſches iſt faſt leer; im übrigen Theile des Bildes ſtehen dagegen noch einige gut kenntliche Sterne. — Andromeda, in deren ſüdlichem hier vorkommenden Theile ein Stern erſter Größe ſteht, der jetzt den Anfangspunct des Himmels bezeichnet. Er ſteht nämlich am Tage der Frühlingsnachtgleiche mit der Sonne zugleich im Meridian. — Am ſüdlichen Rande des Blattes finden wir den ſüdlichen Fiſch (von dem Bilde der Fiſche wohl zu unterſcheiden) mit einem Sterne erſter Größe, Fomahaud (richtiger Phamalhut), der aber in Deutſchland ſehr wenig, in Stockholm und Petersburg gar nicht mehr geſehen wird. — Endlich der Wallfiſch, deſſen weit umher zerſtreute Sterne doch ziemlich kenntlich gruppirt ſind. Die Milchſtraße zieht, vom Schwane herkommend, in doppeltem Zuge durch den Fuchs, Pfeil, Adler, Antinous, Scorpion und Schützen. Die Vereinigung beider getrennten Arme erfolgt erſt in Gegenden, die unter unſerem Horizont liegen.

Hat man ſich mit dieſen Bildern bekannt gemacht, ſo iſt man im Ganzen ziemlich am Himmel orientirt, und es bleiben nur noch eine kleine Anzahl, beſonders am ſüdlichen Himmel, übrig, die hier theils noch gar nicht, theils nicht vollſtändig gegeben ſind.

Dieſe hier noch aufzuführenden Bilder ſind ſämmtlich ſo gelegen, daß man ſie nahe um die Zeit ihres Meridiandurchganges betrachten muß, um ſie möglichſt deutlich wahrzunehmen. Je weiter gegen Süden, deſto beſſer und häufiger ſind ſie ſichtbar, und für die jenſeit des Aequators liegenden Länder ſtehen ſie hoch am Himmel, während unſere nördlichen Sternbilder Bär, Herkules, Leyer, Fuhrmann u. a. nach und nach aufhören, ſichtbar zu ſeyn. Man muß demnach in unſern Gegenden, wenn man die hier verzeichneten Bilder kennen lernen will, die Jahreszeitenfolge deſto ſtrenger inne halten, je weiter ſüdlich ſie liegen. Wählt man die Mitternacht, ſo wird man die Bilder des erſten Blattes, von rechts nach links gezählt, in den Monaten October bis Februar, die des zweiten im Februar bis Juni, die des dritten im Juni bis October am beſten ſehen; will man ſeine Beobachtungen um 11 Uhr Abends machen, ſo muß man ſie einen Monat ſpäter an der betreffenden Stelle erwarten.

In den Winternächten alſo wird man die Figur 7 der Tafel XX. vergleichen. Das uns ſchon bekannte Sternbild der Fiſche ſteht (in der erſten Mitternacht des Jahres) tief im Weſten; einzelne Theile ſind ſchon untergegangen; der helle Stern an der Gränze des Wallfiſches aber glänzt noch bis gegen 1 Uhr hin. Ihm folgt im Südweſten der Wallfiſch, ein großes, aber nicht ſehr reiches Sternbild, und links daneben der ſehr ähnliche Eridanus, ein fabelhafter Fluß der Alten, deſſen weitere ſüdliche Fortſetzung in Europa nicht mehr ſichtbar iſt. Alles dieß aber wird weit überſtrahlt durch den prachtvollen Orion und durch das große, faſt gleichſeitige Dreieck, welches die drei hellſten Sterne Orions, des kleinen und des großen Hundes mit einander bilden. Dieſes ſchönſte Glanzgeſtirn unſeres Firmaments ſteht alsdann gerade im Süden, und zwar ſo, daß Sirius im Meridian ſteht in der Minute, mit welcher das Jahr anfängt.* Vom Orion nach Süden gehend, ſieht man das Geſtirn des Haſen, und im ſüdlichen Deutſchland auch noch das der Taube. Das große Einhorn zwiſchen den beiden Hunden verſchwindet faſt ganz vor dem Glanze der Nachbargeſtirne; vom Schiff Argo ſind im tiefſten Südſüdoſt einige bleiche Sterne zu ſehen (die ſchönſten dieſes Bildes bleiben uns ganz verborgen) und weiter öſtlich iſt eine faſt ganz ſternenleere Gegend, in der man den einſamen Alphard (das Herz der Waſſerſchlange) mit einiger Mühe wahrnimmt.

Auffallender noch tritt dieſe Sternenleere hervor, wenn man in den Mitternächten des Februars (oder den Abenden des März und April) das Auge auf dieſe Gegend richtet. Alphard ſteht ſodann im Süden, und zwar ſo hoch, wie die Sonne am 1. März; aber während der ſchon zum Untergang ſich neigende Orion und die beiden Hunde auch

* Jetzt zwar trifft dieß noch ſchärfer für die vorhergehende Nacht (30. zum 31. December) zu; in der letzten Hälfte des Jahrhunderts aber wird dafür die Neujahrsnacht mit aller Strenge eintreten.

jetzt noch alles Andere am Himmel überglänzen, vermag ſelbſt ein ſcharfes Auge unter Alphard wenig oder nichts wahrzunehmen; ja auch über ihm und bis zum Geſtirn des Löwen hin iſt faſt leerer Raum, den die Alten daher unbezeichnet gelaſſen hatten. Hier nun iſt es, wo die Aſtronomen des ſiebenzehnten und achtzehnten Jahrhunderts eine Muſterkarte von mathematiſchen, chemiſchen und phyſikaliſchen Inſtrumenten anbrachten, um der Nachwelt zu zeigen, daß ſie mehr wiſſenſchaftlichen Eifer, als Geſchmack beſaßen. Man hat ſie bisher, da ſie kein anderes Bild behinderten, noch geduldet; die Napoleonsſterne dagegen, welche die franzöſiſchen Aſtronomen mit gänzlicher Verkennung älterer Rechte aus der glanzvollſten Gegend in Orions Mitte bildeten, haben (vergl. oben) der alten Bezeichnung wieder Platz machen müſſen.

Im Bilde des Wallfiſches zieht ein Stern unſere beſondere Aufmerkſamkeit auf ſich: es iſt dieß der ſchon im Art. Fixſterne, S. 559, beſchriebene, veränderliche Stern Mira, der „wunderbare," über deſſen Lichtwechſel ich mich l. c. ausführlich verbreite.

Für die Sternbilder der Figur 8 der Tafel XX. wird man die Frühlingsnächte wählen; doch auch in dieſen wird man ſie nur mit Mühe und bei genauer Kenntniß der darüber liegenden Sterne des Thierkreiſes finden, namentlich im nördlichen Deutſchland. Man betrachte die Figur 5 der Tafel XX, welche in der Mitte die Jungfrau darſtellt. An dieſe ſchließt ſich unſere gegenwärtige an. Der Becher ſteht in den Mitternächten des März tief im Süden, unterhalb des Löwen, und enthält nur kleine Sterne. Daſſelbe gilt von dem Raben, links neben ihm, und noch mehr von dem Schwanze der Waſſerſchlange, die (durch den Becher vom Hauptkörper getrennt) ſich durch eben ſo ſternenleere Gegenden als dieſer hinzieht. Der Centaur, ein glänzendes Sternbild für die ſüdliche Halbkugel, läßt die wenigen Sterne, welche in Deutſchland von ihm ſichtbar ſind, in den Mitternächten des April culminiren: ſie ſtehen unterhalb des Bildes der Jungfrau und ſind in Berlin ſchon kaum mehr zu ſehen.

Weiter öſtlich, im Mai culminirend, zeigen ſich die uns ſchon bekannten Wage und Scorpion, hier die Südgränze unſeres deutſchen Firmaments bezeichnend. Namentlich der Scorpion iſt ein reiches und glänzendes Sternbild, zumal im Vergleich mit den bisher betrachteten; allein wir gewahren in unſerem Norden von dieſem Glanze wenig, und ein Theil ſeiner Sterne iſt ſelbſt in Italien kaum noch ſichtbar. Antares, der hellſte, das ſogenannte Herz des Scorpions, kann für dieſe Gegend als Richtſchnur dienen.

Auf Figur 9 der Tafel XX. gewahren wir ſodann rechts zuerſt den in den kürzeſten Nächten des Jahres culminirenden Schützen, und links neben ihm den, am beſten im Juli ſichtbaren Steinbock. Links vom letzteren culminirt in den Mitternächten des Auguſt der ſüdliche Fiſch, mit dem Sterne erſter Größe Fomahand (Fomalhaut, ſ. vorn im Verzeichniſſe). —

Nun nur noch einige Worte über denjenigen Theil des Südhimmels, welcher bei uns nie zu Geſicht kommt. Vor Allem zieht dort das ſüdliche Kreuz (welches ich deßwegen auch ſchon oben hervorgehoben habe) die Blicke auf ſich. Dieſes Kreuz dient allen ſüdlichen Völkern ſtatt einer Uhr. Am 1. April iſt es Mitternacht, wenn das Kreuz aufrecht ſteht, am 1. Mai 10 Uhr Abends u. ſ. w. nach der bekannten Jahreszeitenfolge. Seiner ſo ſehr beſtimmten Figur ungeachtet iſt das Kreuz gleichwohl ein neues, von den portugieſiſchen Seefahrern eingeführtes Sternbild, denn die Alten rechneten es mit zum Centauren, und dieß iſt ein Beweis neben manchem andern, daß ſie wenig daran dachten, durch ihre Sternbilder die von den Geſtirnen wirklich gebildeten Figuren auszudrücken. Auch kannten ſie es wenig, da es ſich damals kaum noch (jetzt gar nicht mehr) * über den Horizont von Ale-

* Durch das Vorrücken der Nachtgleichen (ſ. d. A.) verändert ſich (außer der Länge und geraden Aufſteigung auch) die Abweichung der Geſtirne (ihr Abſtand vom Aequator), wodurch das Kreuz alſo ſo viel ſüdlicher gekommen iſt, daß es ſich „jetzt gar nicht mehr über den Horizont von Alexandrien erhebt."

randrien erhob; und überdieß war ja das Kreuz der Alten nicht mehr und nicht weniger, als jede andere mathematiſche Figur. Dagegen ſtelle man ſich das Entzücken *chriſtlicher* Seefahrer vor, als ſie zuerſt, nach Süden ſchiffend, das heilige Symbol des Glaubens hellſtrahlend am Firmament erblickten!

So haben wir nun ein allgemeines Bild des Himmels, *wie er uns erſcheint*, aufgeſtellt, das freilich nur wenig ahnen läßt von dem, *wie er wirklich* iſt. Wie Manches von dem, was wir als Gruppe zuſammenziehen, mag in ungeheure Fernen aus einander gerückt ſeyn und nur für unſern Anblick hinter einander ſtehen, wie der Mond hinter einer Wolke! Noch manches Jahrhundert wird vergehen, bis wir die Bewegungen, Veränderungen des Glanzes und dergleichen etwas mehr als jetzt wiſſen, und die *wirklichen* Entfernungen — wozu bis jetzt nur erſt ein ſchwacher Anfang gemacht iſt — meſſen können. Und wie viel des gänzlich Unerforſchten mag nicht hinter Allem, was unſer bewaffnetes Auge erblickt, verborgen ſeyn! Doch darüber kann hier nicht weiter geſprochen werden, und wir haben unſere Abſicht erreicht, wenn es uns gelungen iſt, vorerſt nur dem *ſichtbaren* Himmel wieder einige Blicke zuzuwenden in einer Zeit, die nur zu ſehr Gefahr läuft, über die freilich aller Beachtung werthen *materiellen* Intereſſen das höhere Bedürfniß des Geiſtes mehr und mehr aus den Augen zu verlieren.

Es möge nun noch eine kurze Anleitung folgen, aus den Geſtirnen, wo man ſich auch auf der Erde befinden möge, ſowohl die *Himmels*gegenden, als die *Zeit* zu beſtimmen.

Die erſteren findet man auf der nördlichen Halbkugel am einfachſten durch den Polarſtern, deſſen Auffindung vorn gelehrt iſt. Wendet man das Geſicht gegen ihn, ſo hat man zur Rechten Oſt, zur Linken Weſt, im Rücken Süd, wenigſtens ſo genau, als es z. B. dem nächtlichen Wanderer irgend wünſchenswerth ſeyn kann. Verlangt man ſie genauer, z. B. um die Richtung der Fronte eines Gebäudes zu beſtimmen, eine Sonnenuhr aufzuſtellen und dergleichen, ſo muß man berückſichtigen, daß der Polarſtern nicht genau im Pole ſelbſt ſteht, ſondern einen, wiewohl ſehr kleinen Tageskreis um ihn beſchreibt; man muß alſo die Zeit wählen, wo er durch den *Meridian* geht, wobei man aber dieſe Zeit doch nur ungefähr, wie eine gewöhnliche Taſchenuhr ſie gibt, zu wiſſen braucht.

Der Polarſtern geht durch den Meridian

am	6. April	und	6. Oct.	um	12 Uhr	Mittag und Mitternacht,
„	22. „	„	22. „	„	11 Uhr	Morgens und Abends,
„	7. Mai	„	6. Nov.	„	10 Uhr	„ „ „
„	23. „	„	22. „	„	9 Uhr	„ „ „
„	7. Juni	„	7. Dec.	„	8 Uhr	„ „ „
„	22. „	„	22. „	„	7 Uhr	„ „ „
„	7. Juli	„	7. Jan.	„	6 Uhr	„ „ „
„	22. „	„	22. „	„	5 Uhr	„ „ „
„	6. Aug.	„	6. Febr.	„	4 Uhr	„ „ „
„	21. „	„	21. „	„	3 Uhr	„ „ „
„	6. Sept.	„	6. März	„	2 Uhr	„ „ „
„	21. „	„	21. „	„	1 Uhr	„ „ „

wonach ſich leicht die Zeit für andere Tage findet. Wenn man die Zeit auf eine *Viertelſtunde* richtig hat, ſo kann man mit Sicherheit darauf rechnen, daß eine nach dieſen Angaben aufgeſtellte Sonnenuhr alsdann auf die *Minute* genau zeigen werde.

Um nun, wenn man durch den Polarſtern die *Himmels*gegenden kennt, auch ohne alle inſtrumentale Hülfsmittel die *Zeit* zu finden, merke man ſich die Tage des Jahres, wo gewiſſe helle und leicht kenntliche Sterne um Mitternacht im *Meridian* (alſo dem Polarſtern gerade gegenüber im Süden) ſich befinden. Es folge hier eine kleine Auswahl ſolcher Sterne, nach den Jahreszeiten geordnet.

Es ſtehen um Mitternacht im Meridian:

Caſtor (in den Zwillingen)	am	12. Januar,
Procyon (im kleinen Hunde)	„	14. „
Alphard (in der Waſſerſchlange) . . .	„	10. Februar,
Regulus (im Löwen, der hellſte) . . .	„	21. „
Denebola (im Löwen, der nächſt helle) .	„	18. März,
Spica (in der Jungfrau)	„	11. April,
Arctur (im Bootes)	„	24. „
Gemma (in der Krone)	„	15. Mai,
Antares (im Scorpion)	„	28. „
Wega (in der Leyer)	„	30. Juni,
Athair (im Adler)	„	18. Juli,
der hellſte im Waſſermann	„	21. Auguſt,
der hellſte im Andromeda	„	22. September,
der hellſte im Widder	„	22. October,
der hellſte im Wallfiſch	„	5. November,
Aldebaran (im Stier)	„	28. „
Sirius (im großen Hunde)	„	31. December.

Drei Stunden früher ſtehen dieſe Sterne (beiläufig) im Südoſten, drei Stunden ſpäter im Südweſten. Für jeden Tag, der ſpäter, als die obige Angabe fällt, ziehe man vier Minuten von der Mitternacht ab.

Es ſey alſo z. B. der 8. April, und man erblicke den Regulus gerade im Süden, dem Polarſtern gegenüber, welche Zeit iſt es?

Regulus culminirt um Mitternacht am 21. Februar.
Von da ab bis zum 8. April ſind . . . . 46 Tage.
46mal 4 Minuten . . . . 3 Stund. 4 Min.
Dieſe abgezogen von der Mitternacht bleibt 8 Uhr 56 Min.
es iſt alſo beiläufig 9 Uhr Abends.

In derſelben Nacht ſehe man Arctur im Süden, welche Zeit iſt's?

Arctur culminirt um Mitternacht am 24. April,
vom 8. April bis zum 24. fehlen noch 16 Tage,
16mal 4 Minuten . . . . 1 Stunde 4 Minuten.
Dieſe zur Mitternacht zugelegt, gibt 1 Uhr 4 Minuten Morgens.

Dieſelbe Tafel kann nun natürlich auch dienen, bei ungefähr bekannter Zeit durch irgend einen Stern die Himmelsgegend zu finden, im Fall etwa der Polarſtern durch Wolken verdeckt wäre.“

Soweit unſer Mädler über den uns hier beſchäftigenden Gegenſtand; — und ich habe, da ſich außerdem die nothwendigſten, denſelben betreffenden, hiſtoriſchen Notizen ſchon im Laufe des Vortrages ſelbſt finden, nun nur noch eine Bücher-Anzeige hinzuzufügen.

In dieſer Beziehung wiederhole ich aber zunächſt, daß der eigene Art. Fixſtern-Verzeichniſſe noch mehrere und ausführlichere Stern-Cataloge nachweist. Verlangt man ſodann aber eine ausführlichere „Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels,“ ſo darf ich das ſo betitelte Werk von dem verewigten Preußiſchen Hof-Aſtronomen Bode, neunte Aufl. Berlin. 1823. gr. 8., namentlich auch wegen ſeiner aſtronomiſch-religiöſen Tendenz, ganz beſonders empfehlen, womit man, unter manchen andern Werken über dieſen Gegenſtand, Dr. Germar's (Hofpredigers zu Auguſtenburg) „Sechs Tafeln zur Erleichterung der Himmelskunde.“ Leipzig. 1846. verbinden kann, eine Arbeit, welche, rückſichtlich der außerordentlichen Sauberkeit der Ausführung, ungemeines Lob verdient.

In der genaueſten Verbindung mit dieſem Art. „Sternbilder,“ den ich alſo hiermit beſchließe, ſteht übrigens der bald folgende Sternkarten, welchen ich demnach zu vergleichen bitte, indem ich denſelben alsbald als eine nothwendige Ergänzung des gegenwärtigen Vortrages bezeichne.

Stern = Cataloge, ſ. Fixſtern-Verzeichniſſe.*

Sternjahr, ſideriſches Jahr, ſ. Jahr, S. 799, und Sonnenjahr, wo dieſer Unterſchied zwiſchen dem „ſideriſchen" und tropiſchen (dem Sonnen-) Jahre vollſtändig aufgeklärt wird. Hier will ich in Bezug auf das Sternjahr, und zwar nicht bloß auf das Sternjahr der Erde, ſondern überhaupt eines jeden Planeten unſeres Syſtems, nur den im Art. Himmelsmechanik, S. 777, ausgeführten Umſtand der vollkommenen Unveränderlichkeit ſeiner (mittleren) Dauer nochmals hervorheben. Die großen Axen der Planetenbahnen, wovon (vgl. Kepler'ſche Regeln, S. 911) jene Dauer abhängt, ſind, abgeſehen von periodiſchen Aenderungen, nach deren Ablaufe die urſprüngliche Größe immer wiederkehrt, vollkommen unveränderlich; und mit ihnen iſt es alſo auch die (mittlere) Dauer des Sternjahres.** — Dieſes ſchöne Princip der Lehre von der Stabilität des Sonnenſyſtems (vergl. Stabilitäts-Problem in der Aſtronomie) durfte hier nicht unerwähnt bleiben.

Sternkarten, Himmelskarten; **Mappae coelestes s. astronomicae**; *Cartes célestes*. Vorſtellungen der Himmelsfläche, größerer oder kleinerer Theile derſelben, mit den Sternen und Bildern (ſ. Sternbilder), auf ebenen Flächen. Diejenigen, welche den ganzen Himmel, nämlich jede ſeiner beiden Halbkugeln, alſo darſtellen, heißen aſtronomiſche Planiſphäre (ſ. d. Art.), oder Planiglobien (**Planisphaeria s. Planiglobia coelestia**; *Planiglobes célestes*). Man wendet dazu gewöhnlich die ſtereographiſche Polarprojection (ſ. Projectionen) an, indem man ſich, wenn z. B. von Entwerfung der (ganzen) nördlichen Himmels-Halbkugel die Rede, das Auge des Beobachters im Südpole denkt, und von jedem Puncte der alſo zu projicirenden Nordhalbkugel (convergirende) Geſichtslinien durch die Ebene des Aequators, die alſo zugleich Horizbntal-Ebene wird, zum ſo geſtellten Auge zieht, wobei demgemäß Durchſchnittspuncte entſtehen, welche die Entwerfungspuncte abgeben.* Dabei fällt, wie man leicht einſieht (man vergleiche etwann unſere, nach dieſer Vorſchrift, worauf ich hier zurückkommen wollte, gezeichnete Tafel XVIII.), der Nordpol (der Weltpol; zuweilen wählt man auch den Pol der Ekliptik, wonächſt denn die Ebene der letztern „Projectionstafel" wird) in die Mitte, und der Aequator wird der Grenzkreis der Charte** (gibt den Horizont ab).

* Da ich „Charte" ſtets mit einem Ch geſchrieben habe, ſo ſollte nun erſt hier Sterncharte kommen; durch ein Verſehen iſt aber Sternkarte (mit einem K) angewendet worden, wohin ich alſo verweiſe.

** „**Les grands axes sont invariables,** *lorsqu'on ſait abstraction des inégalités périodiques*" (Lagrange an der, im eben citirten Artikel nachgewieſenen Stelle). Es folgt hieraus nicht weniger die Unveränderlichkeit auch des (mittleren) tropiſchen Jahres.

* Die Theorie dieſer „ſtereographiſchen Projection" in Landcharte, S. 35.

** Der erſte Anblick einer ſolchen Charte könnte den Leſern jedoch noch eine Bedenklichkeit erregen, welche ich durch die nachſtehenden Bemerkungen zu beſeitigen wünſche. Schauete man nämlich bei einem Globus, den wir zur leichteren Verſinnlichung durch eigenen Verſuch, für Beziehung auf die Charte, der hier betrachteten wirklichen Nordhimmelshalbkugel ſubſtituiren wollen, wie bei dieſer, in die Concavität, ſo würde er ein vollkommen getreues Himmelsbild abgeben, wogegen er uns auf ſeiner Convexität nur den Rücken der Sternbilder, z. B. des Perſeus, zeigt. Wir mögen ihn uns alſo durchſichtig denken, wodurch wir die Vorderſeite der Figuren (Perſeus Antlitz) und ſomit jenes „getreue Himmelsbild" zu Geſicht bekommen würden. Macht man jetzt die Aequatorsebene zur Projectionstafel (Charte), bemerkt ſich auf deren Umringe zunächſt den Aequinoctial- (Frühlings-, Anfangszähl-) Punct, ganz wie er auf dem Globusrande liegt, und projicirt ſodann die Himmels- (Globus-) Halbkugel in der vorgeſchriebenen Art ſtereogra-

Kleine Theile der Innerfläche der Himmelshohlkugel ſtellt man ingemein ſo vor, als wenn ſie ganz eben wären, gerade wie man (vergl. Landcharten, S. 29) bei Abbildung kleiner Länder (kleiner Stücke der Erdkugel-Oberfläche) verfährt. Ganze Zonen des Himmels, z. B. namentlich den Thierkreis, kann man, nach Zerlegung in Theile, in ähnlicher Art dergeſtalt verbildlichen, daß die Kreisbögen als gerade Linien dargeſtellt werden, welche auf einander ſenkrecht ſtehen oder mit einander parallel ſind.

Für die Verzeichnung größerer Stücke des Himmels wendet man lieber die, mehrere Genauigkeit gewährende Central-Projection* an. Man ſtellt ſich dabei, Figur 1 der Tafel XXI, einen Zuſchauer im Mittelpuncte C der Erde, und an dem Endpuncte A des betreffenden Erdradius, z. B. CA, eine auf letzterem ſenkrechte Tafel kAn (eine den Kugeloberflächenpunct A tangirende Ebene) vor, und zieht in Gedanken von C aus durch die Puncte K, H, D u. ſ. w. des zu projicirenden Kugelinnerflächen-Stückes KAN die Geraden Ck, Ch, Cd u. ſ. w. nach der Tafel, auf welcher ſie die Entwerfungspuncte k, h, d bezeichnen. Dabei vergrößern ſich aber die Abſtände der Entwerfungspuncte von A auf der Projectionstafel im Verhältniſſe der Tangenten der entſprechenden Bögen: Ad iſt die Tangente von AD; An von AN; — und man ſieht, daß An daher in einem viel bedeutenderen Verhältniſſe größer gegen Ad, als AN gegen AD ausfällt. Die nach dieſer Centralprojection entworfenen Sternkarten dürfen aus dieſem Grunde kein zu großes Stück der Himmelskugel umfaſſen, indem die Tangenten z. B. für 50 und 60 Grad ſchon zu ſchnell wachſen, ſo daß man bis auf einen ſolchen Abſtand von A nicht wohl gehen, die Anwendung auf eine volle Halbkugel aber nie machen kann, indem dann der beiderſeitige Abſtand von A 90° betrüge, wovon die Tangente unendlich iſt. Da die Theorie der Planiſphäre (vergl. d. A.) in der Hauptſache ſchon von Ptolemäus bearbeitet war, und nach ihm Verzeichnungen der Himmelskugel mit den daran gedachten Kreiſen des Aequators, der Ekliptik u. ſ. w., wie ſie dieſer Theorie gemäß entworfen waren und damals Aſtrolabien (ſ. d. Art.) hießen, fortwährend im Gebrauche blieben, ſo ward es den ſpäteren Kartenzeichnern leicht, „Sternkarten“ von größerer Vollkommenheit und zum Gebrauche für beſtimmte Orte, d. h. für beſtimmte Polhöhen und den entſprechenden Horizont zu liefern. Mittelſt ſo gezeichneter Himmelskarten laſſen ſich, nach der dazu im Art. Planiſphär gegebenen Andeutung, die Aufgaben, welche im Vortrage über die künſtliche Himmelskugel behandelt ſind, ebenfalls auflöſen; und ich finde z. B. in meinen Notizen eine ſolche Arbeit von einem gewiſſen Bartſch: „Planisphaerium stellatum.“ Argent. 1624. 4. erwähnt.*

phiſch auf dieſe Tafel, ſo entſteht nun unſere Charte; welche man, da die Bilder auf derſelben eben ſo hinauf, als dagegen am Himmel (am Globus) auf uns herab blicken, und alſo umgekehrt ſtehen, auch nur erſt noch von der Rückſeite zu betrachten braucht, wonächſt man auf ihr ein nunmehr vollkommen entſprechendes plattes Abbild der Himmels- (Globus-) Concavität erhält. Zum Momente der Projicirung aber iſt ein ſolcher Stand der Himmelskugel (des Globus) zu wählen, da ſich die auch auf ihr verzeichneten Aequinoctialpuncte entweder eben im Meridian ſelbſt befinden, oder doch irgend eine andere beſtimmte Lage gegen denſelben haben, wodurch die Lage der mit ihnen (mit der Kugel) rotirenden Sternbilder alſo gleich beſtimmt iſt. — Dieſe Auseinanderſetzungen, welche man noch dadurch unterſtützen mag, daß man die Charte rund ausſchneidet, um ſie ganz wie den Globus drehen zu können, wird dann hinreichen, um wegen der Zweifel, die ich hier im Sinne habe, vollſtändig zu beruhigen.

* Da dieſer „Central-Projection“ weder im Art. Projectionen, noch im Vortrage über Landcharten beſondere Erwähnung geſchehen iſt, indem man ſie beſonders nur bei Himmels- („Stern-“) Karten anwendet, ſo füge ich hier ein Wort über ihre Theorie bei.

* Ich finde aus dieſer Zeit noch eine an-

Ganz beſondere Auszeichnung ſodann verdienen aber die, auch ſchon im Art. Sternbilder erwähnten Sternkarten des Augsburger Aſtronomen Johann Bayer: „Uranometria." Aug. Vindelic. 1603., wo auf 51, von einem gewiſſen Alexander Mair ſchön geſtochenen Kupferplatten alle Sternbilder der Alten, nach Tycho's Verzeichniſſe (wie ſie ſich in jenem Art. angegeben finden) genau dargeſtellt ſind. Dieſe Tafeln ſtellen die hohle Seite des Himmels dar, wogegen die älteren Planiſphären die erhabene abbildeten. Hierbei hätten nun auch die Bilder ſo umgekehrt werden ſollen, daß ſie dem Zuſchauer, wie am Himmel ſelbſt, die Vorderſeite zuwendeten, da ſie ihm auf dem Globus dagegen den Rücken kehren (Himmelskugel, künſtliche, S. 759, „verkehrt ſtehen"). Dieß hat aber der Künſtler nicht überall beobachtet, daher auf dieſen Tafeln z. B. Herkules und Orion die Keule in der linken Hand* halten, und hier Dasjenige „pars *sinistra*" wird, was beim Ptolemäus (auf der erhabenen Globusſeite) „dextra" heißt. Inzwiſchen iſt dieſer kleine Fehler ohne Einfluß, wenn man die Seiten der Bilder nur nicht nach der Rechten und Linken, ſondern wie es obnedieß beſtimmter geſchehen muß, nach der Ordnung ihres Durchganges durch den Meridian (humerus *praecedens*, pes *subsequens*) unterſcheidet; — und Bayer's Arbeit bleibt immer claſſiſch, wie denn auch ſeine, ſchon im Art. Sternbilder gerühmte Bezeichnung der Einzelſterne durch die Buchſtaben des griechiſchen Alphabets (z. B. Fuß des Orion oder Rigel durch *β Orionis* u. ſ. w.) allgemein angenommen und (vergl. Fixſterne, S. 543) noch jetzt im Gebrauche geblieben iſt.

Hevel, der uns bekannte Danziger Aſtronom, ſodann fügte ſeinem 1690 herausgegebenen Fixſtern-Verzeichniſſe (ſ. d. Art. S. 575) einen ſauber geſtochenen Himmels-Atlas („Firmamentum *Sobiescianum*;" das Beiwort erklärt ſich aus dem oben bezeichneten Wohnorte dieſes Aſtronomen) auf 54 Platten bei, welche die Sternbilder ſo darſtellen, wie ſie von außen auf dem Globus erſcheinen (alſo z. B. — vergl. vorn — den Rücken des Herkules ſtatt des Geſichts), und auch mehrere, bei Bayer noch nicht vorkommende, ſüdliche Conſtellationen enthalten.

Seine Arbeit wird jedoch weit vom „Atlas coelestis" übertroffen, welcher zu der „Historia coelestis Britannica" des uns aus dem Art. Abirrung (S. 8) bekannten Engliſchen Aſtronomen Flamſtead gehören und 1729 zu London in 28 Bogen des größten Formats erſchienen ſind. Man findet darin 56 Sternbilder, ſoweit ſie zu Greenwich aufgehen, mit der obigen Bayer'ſchen Bezeichnung, aber mit einer bis auf 2919 vermehrten Anzahl angegebener Einzelſterne.

Hieran reihet ſich der 1742 zu Nürnberg erſchienene „Aſtronomiſche Atlas" des dortigen Profeſſors der Mathematik, Doppelmayr; ferner Bode's, des uns bekannten, 1826 verſtorbenen Berliner Aſtronomen, „Uranographie.„ (Berlin. 1801. 20 Blatt), und der kleine, niedliche „Himmels-Atlas" des Leipziger Aſtronomen Riedig (Leipzig. 1831).

dere ſolche Sternkarte von einem Engländer Harris: „Stellarum fixarum hemisphaerium boreale et australe pro anno 1690," wo die Leſer der Zuſatz „pro anno 1690" befremden könnte, wenn Ihnen nicht gleich einfiele, daß durch das alljährliche „Vorrücken der Nachtgleichen" (vergl. d. Art.) auch alljährlich die Länge, gerade Aufſteigung und Abweichung der Fixſterne Aenderungen erleidet, daher jener Zuſatz nur den für das genannte Jahr Statt gefundenen Zuſtand andeuten ſoll.

* Wenn ich Einem (wie alſo hier dem Herkules auf dem Globus) auf den Rücken ſehe, ſo entſpricht ſein rechter Arm meinem rechten Arme; wenn ich ihm aber in das Geſicht ſchaue, ſo liegt ſein rechter Arm meinem linken gegenüber. Indem Bayer demnach die Rückenſeite des Herkules ohne weiteres zur Vorderſeite machte, ſo hätte er Ihm auch die Keule in die andere Hand geben müſſen, damit ſie wieder in der rechten geweſen wäre, welches aber nicht geſchehen iſt, daher ſie ſich, wie ich oben ſage, wirklich in der Linken zeigt.

Noch iſt erſt zu bemerken, daß man auch beſondere Karten des **Thierkreiſes**, als der (vgl. **Sternbilder** und die dort angeführten Gründe) für die Aſtronomie wichtigſten Himmelszone, beſitzt, unter welchen ich eine ältere Arbeit eines gewiſſen **Senex** „Zodiacus Stellatus.“ London. 1690. auszeichne.

Die neueſte Zeit hat ſich jedoch mit allen dieſen Leiſtungen nicht begnügen wollen, ſondern denſelben noch drei Stern-Atlaſſe hinzugefügt, welche jene frühern Arbeiten in der That weit hinter ſich laſſen, nämlich die Sternkarten von **Harding**, von **Argelander** und von der **Berliner Akademie**. Harding's (wir kennen dieſen verdienſtvollen Aſtronomen, den Entdecker der **Juno** aus letzterem Art.) „**Atlas novus coelestis.**“ Göttingen. 27 Blatt, erſtens begann mit dem Jahre 1822, und beſchäftiget ſich beſonders mit der Thierkreis-Zone in derjenigen weiteren Ausdehnung, deren nähere Betrachtung durch die Entdeckung der **Planetoiden** (vergl. d. A.) nothwendig geworden war.*

Argelander, zweitens, der zeitige Director der Sternwarte zu Bonn, begleitete ſeine, im Art. **Fixſtern-Verzeichniſſe** erwähnte „Uranometria nova“ mit einem Stern-Atlas von 18 Blättern (Berlin, 1843. Quer-Folio), welcher alle, im mittleren Europa dem bloßen Auge ſichtbar werdenden Sterne enthält.

Im Jahre 1825 erging aber drittens von der **Berliner Akademie** eine Aufforderung an alle Aſtronomen dahin, daß ein jeder von ihnen, Behufs der Formation eines neuen Stern-Atlaſſes, eine Stunde der Rectascenſion mit 15 Graden Declinations-Differenz am Fixſternhimmel durchſuchen möge;* eine Unternehmung, für welche ſich beſonders der jetzt verewigte, große Königsberger Aſtronom **Beſſel** intereſſirte, und welchen er mittelſt eigener Durchſuchung einer der ſternreichſten Gegenden des Himmels (18 h 56′ — 20 h 4′ AR im obigen Sinne; die dießfallſigen mehrfachen Leiſtungen

* Der **Thierkreis**, in der gewöhnlichen Bedeutung, iſt (vergl. d. A.) eine ober- und unterhalb der Ekliptik etwann auf 10 Grad ausgedehnte (ſo viel **geocentriſche Breite** haltende) Zone des Fixſternhimmels, innerhalb welcher die Sonne, der Mond und die **alten** Planeten, deren (geocentriſche) Breite nie jene Grenze überſteigt, alſo auch ſtets anzutreffen ſind. Die (neu entdeckten) **Planetoiden** dagegen, namentlich **Pallas**, erreichen einen viel größeren nördlichen oder ſüdlichen Abſtand von der Ekliptik, und es ward daher in Bezug auf Verfolgung ihres Laufes nöthig, den Thierkreis (Zodiakus) zu vergrößern (die Kenntniß auch der kleineren Sterne in einem weiteren Abſtande von der Ekliptik zu vervollſtändigen). In dieſer Abſicht vorzüglich unternahm daher **Harding** ſeine Arbeit.

* Man ſtelle ſich den Aequator, wie die „Rectascenſionen“ auf ihm gezählt werden, und in 15° z. B. **nördlicher** „Declination“ den Parallel deſſelben vor, ſo entſteht eine, dieſergeſtalt auf 15° nördlicher Declination begrenzte Zone des Fixſternhimmels, welche ſich demnach in 24 **Sternſtunden** durch den Meridian ſchiebt. Eine ſolche Zone durch 24 Abweichungskreiſe in eben ſo viel gleiche Theile getheilt, gibt Dasjenige, was im Texte mit „**Stunde**“ bezeichnet wird; — und dieß gewährt alſo eine Idee von dem oben Gemeinten. Dehnt man aber hiernächſt jene Zone ſogleich bis auf 90° **nördlicher** und 15° **ſüdlicher** Declination, als denjenigen Himmelstheil aus, welcher in unſern Gegenden beſonders zu Geſicht kommt (oder beſchränkt man ſich auch nur auf die beachtenswertheſte Partie zwiſchen + 45 und — 15° davon), wendet darauf dieſelbe Eintheilung an, und denkt ſich jede der ſomit entſtehenden 24 **Stunden** auf einem entſprechenden Blatte (einer „Sternkarte“) verzeichnet; ſo erhält man den hier projectirten **Himmels-Atlas**, und welcher demnach, wenn jeder Beobachter, wie geſagt, 1 Stunde übernahm, von 24 Aſtronomen ausgeführt werden konnte. Der Akademie gelang es auch wirklich, 24 Theilnehmer zu ermitteln. — Näheres übrigens über dieſe großartige aſtronomiſche Unternehmung in des verdienſtvollen Leipziger Aſtronomen **Jahn** „Geſchichte der Aſtronomie unſeres Jahrhunderts.“ Leipzig. 1844. II. 45 flgd.

Beſſels finden ſich öfter als Beſſel'ſche Zonen" erwähnt) vorgearbeitet hatte. Ob dieſes coloſſale Unternehmen jetzt bereits ganz ausgeführt ſey, weiß ich nicht beſtimmt zu ſagen; ein großer Theil desſelben aber iſt es; — und für die Vortrefflichkeit der Arbeit bürgt der Umſtand, daß z. B. der neu entdeckte, ſo außerordentlich klein erſcheinende Planet Neptun (ſ. Planeten, S. 321) mit Hülfe des vom Berliner Aſtronomen Bremiker beſorgten Blattes dieſes Atlaſſes, von der Unendlichkeit der umgebenden Fixſterne ſogleich hat unterſchieden und als ein, darunter nicht begriffener Weltkörper bezeichnet werden können.

Ueber alle dieſe Fortſchritte der Aſtrognoſie verbreitet ſich aber, nächſt meiner Darſtellung, unſer Dorpater Aſtronom Mädler in einem eigenen, für die „Allgemeine Augsburger Zeitung" geſchriebenen Aufſatze, welcher jene Darſtellung ſo ſchön ergänzt, daß ich meine Leſer durch eine unabgekürzte Mittheilung zu verbinden hoffen darf. Der Aufſatz iſt:

Die Himmelskarten und ihre gegenwärtige Reform

überſchrieben, und lautet folgendermaßen:

„Weit früher als ſeinen eignen Wohnort hat der Menſch den Fixſternhimmel eingetheilt, ſpeciell bezeichnet und in ähnlichen Bildern dargeſtellt, und dieſes ſcheinbare Paradoxon erklärt ſich aufs Einfachſte und Ungezwungenſte durch die größere Ueberſchaulichkeit des Himmels in Vergleich zu unſerem Planeten, ſowie durch das ſchon ſehr früh ſich geltend machende Bedürfniß einer möglichſt umfaſſenden Himmelskunde, während auf der Erde nur etwa die nähere, in einem oder in wenigen Tagen erreichbare Umgebung den erſten Menſchen ein Intereſſe abzugewinnen vermochte. Hatte er ja doch daheim genug zu thun, die Raubthiere abzuwehren und zu bändigen. Kein Wunder daher, daß wir in den älteſten auf uns gekommenen Denkmälern, wie im Hiob, keine Spur einer über das Nachbarvolk hinausgehenden Länderkenntniß finden, dagegen Orion und den Himmelswagen nicht vermiſſen. Die nahe Beziehung zwiſchen dem Jahreszeitenwechſel und dem Wiedererſcheinen derſelben Sterne lag auf der Hand; ſie waren die ſicherſten Vorboten der periodiſchen Ueberſchwemmungen und andrer cycliſchen Naturphänomene; ihnen allein konnte der Wanderer, der Fluthenbeſchiffer, ſich anvertrauen; ſie allein befolgten eine ewige Regel, und der Zahn der Zeit vermochte nichts über ſie.

Auch wenn kein einziges hiſtoriſches Denkmal uns darüber belehrte, müßte die Natur der Dinge uns zu dem Schluß führen, daß die Sterne und Sterngruppen des Firmaments Gegenſtand der allerfrüheſten menſchlichen Kenntniſſe bei allen Völkern geweſen, und daß erſt durch ihre Hülfe der Menſch nach und nach dahin gelangte, auch auf ſeinem eigenen Planeten nicht länger ein Fremdling zu ſeyn. Daher iſt es denn auch leicht erklärlich, daß, während in den geographiſchen Benennungen, auch ſelbſt früherer Zeiten, die vergleichenden Combinationen des Verſtandes und eine möglichſt unbefangene Naturanſchauung ihr Recht geltend machten, die am Himmel eingeführten Benennungen und Bezeichnungen allein als ein Product dichteriſcher Phantaſie ſich darſtellen. So ſtehen ſich Aſtronomie und Geographie ſchon im grauen Alterthum wie Poeſie und Proſa gegenüber.

Längſt ſchon waren jene alten Sternbilder zum feſtſtehenden Typus geworden, als die wiſſenſchaftliche Sichtung begann; und das Alterthum hat ſich wohl gehütet am Hergebrachten, bereits zum Gemeingut Geſtempelten eine Verſtandeskritik zu üben. Wäre im alexandriniſchen Zeitalter der Himmel erſt zu benennen geweſen, er würde ſchwerlich auf mythologiſche Weiſe benannt worden ſeyn. Aber die Timocharis, Hipparch und Ptolemäus glaubten, trotz der ſcheinbaren Unbequemlichkeit, beibehalten zu müſſen, was durch ſein hohes Alter geheiligt war, und ſuchten ihr Verdienſt nicht darin, neue und angeblich zweckmäßigere Namen einzuführen, da wo doch die Sache dieſelbe blieb. Sie haben vielmehr mit gleichſam ängſtlicher Gewiſſenhaftigkeit jeden von ihnen beobachteten Stern nicht etwa bloß durch Zahl oder Buchſtaben an ein beſtimmtes Bild, ſondern vielmehr ganz individuell an einen beſtimmten einzelnen Theil dieſes Bildes bezogen. Wo wir γ Andro-

medae und β Aurigae ſetzen, heißt es bei ihnen „der Stern am linken Fuße der Andromeda; der Stern an der rechten Schulter des Fuhrmanns“ — eine Bezeichnung, die, wie wir aus dem Almageſt ſehen, häufig nicht geringe Mühe und eine künſtliche Umſchreibung nöthig machte. Wir ſehen alſo, daß nicht die Namen der Gruppen allein, ſondern die *Figuren* der Bilder ſelbſt ſchon typiſch geworden waren, und wir können nach dem, was uns neuere Forſchungen aus Aegypten und Indien kennen gelehrt haben, an dem wirklichen Vorhandenſeyn von Darſtellungen der Sternbilder, insbeſondere des Thierkreiſes ſchon im graueſten Alterthum, jetzt nicht mehr zweifeln.

Die Pietät, mit welcher man ſo lange Zeit an allem, was den Namen Ptolemäus trug, feſthalten zu müſſen glaubte, hat wenigſtens die eine gute Folge gehabt, daß keine Verwirrung am Himmel entſtehen konnte, und daß wir noch heute im Stande ſind, trotz arger Corruption der Handſchriften, faſt alle von den Alexandrinern beobachteten Sterne mit denen, die wir heute unſere Meridiankreiſe paſſiren laſſen, zu identificiren. Bis tief in das ſechzehnte Jahrhundert hin blieb er unangetaſtet; mit unverbrüchlicher Treue ſind nicht allein die europäiſchen, ſondern auch die arabiſchen, perſiſchen und usbekiſchen Aſtronomen dem Canon des Ptolemäus gefolgt, ohne auch nur Eine Fußzehe wiſſentlich von ihrer alten Stelle zu rücken. Auch durch die (im Allgemeinen ſchon vor 2000 Jahren bekannte) Präceſſion der Nachtgleichen ließ man ſich hier nicht irre machen, denn nicht an Rectaſcenſionen und Declinationen, nicht an Längen- und Breitengraden hatte man dieſe Bilder geknüpft, ſondern an die Sterne ſelbſt, die *gegenſeitig* ſtets die gleiche Stellung behaupteten; denn die eigentliche *eigene* Bewegung der Fixſterne iſt ſo langſam, daß ſelbſt in 10,000 Jahren noch keine, dem bloßen Auge auffallende Veränderung der Conſtellationen ſtattfinden kann, die uns nöthigen könnte, die Zeichnung der Bilder zu verändern.*

Wenn bequeme Ueberſchaulichkeit, augenfällige Gruppirung und dadurch bewirkte Faßlichkeit, ohne übermäßige Beſchwerung des Gedächtniſſes, als nächſter Zweck einer Sternbilder-Eintheilung angeſehen werden müſſen, ſo läßt ſich denjenigen, die uns die Alten überliefert haben, ein hoher Grad von Zweckmäßigkeit nicht abſprechen. Faſt nirgends iſt das, was ſich dem freien Anblick als Gruppe darſtellt, aus einander geriſſen. Schwächere Sterne, von der 5ten Größe an, ſind, wenn ſie nicht in bequemer Nähe hellerer Sterne ſtanden, meiſtens übergangen oder als informes (ἄμορφοι bei Ptolemäus) den übrigen anhangsweiſe hinzugefügt. Mit Ausnahme von drei alten Sternbildern (Becher, Krebs, Haar der Berenice) ſind in allen übrigen die Hauptſterne mindeſtens von der dritten Größe. Die Bilder ſelbſt ſind, je nachdem die Gruppen ſich darboten, von ſehr verſchiedener Ausdehnung und Längenerſtreckung. Der Delphin, der kleine Hund umfaſſen nur wenige Grade, während andere, wie Ophiuchus und die Waſſerſchlange, ſich über den 25ſten bis 30ſten Theil des Firmaments erſtrecken. Nirgends iſt eine Symmetrie dem Himmel angekünſtelt worden, und wir vermiſſen ſogar das Beſtreben zu denjenigen natürlichen Conſtellationen, die Aehnlichkeit mit einem Natur- oder Kunſtgegenſtand zeigten, eine dieſer Aehnlichkeit entſprechende Benennung zu wählen. Der Tiſch, der Wagen, das ſüdliche Kreuz und andere Sternfiguren ſind erſt von den Neueren ſo benannt worden; bei den Alten finden wir ausſchließlich nur *Heroen* (nicht die oberen eigentlichen Götter, deren Namen vielmehr den Planeten beigelegt wurden) und deren Symbole und Attribute, alſo vor allem auch wirkliche oder fabelhafte Thiere. Ohne Zweifel haben ſie ſämmtlich eine mytho-

* Am ganzen Firmament finden ſich nur 21 Sterne, die ihren Ort in zehntauſend Jahren um drei Grad und darüber verändern, und bei den meiſten, ſelbſt vielen der helleren Sterne, bleibt dieſe Veränderung noch unter 1 Grad. Nur naheſtehende Sterne, wie etwa die drei im Gürtel des Orion, und die zugleich eine ſo ſymmetriſch regelmäßige Stellung haben, würden nach Verlauf einer ſolchen Zeit dem Auge auch ohne Meſſung ſich in einer andern Geſtalt zeigen.

logiſche Beziehung, ſelbſt wo wir dieſe nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen vermögen. In der uns überlieferten Form ſind ſie entſchieden griechiſch, womit jedoch nicht behauptet werden ſoll, daß die Griechen die erſten geweſen, welche den Himmel in dieſer Weiſe aufgefaßt haben. Vielmehr dürfte namentlich den Aegyptiern ein großer, wo nicht der größte Theil dieſes Ruhmes gebühren, wenn nicht beide aus einer noch früheren Quelle ſchöpften. Daß dieſe in Indien zu ſuchen ſey, dürfte nach den Unterſuchungen A. Holzſtamms über das Alter des indiſchen Thierkreiſes noch manchem Zweifel unterliegen; gewiß iſt wenigſtens, daß die Mondshäuſer der alten Indier nicht Sternbilder im eigentlichen Sinne des Wortes waren.

Dagegen haben ſowohl Chineſen als Japaner, uralte und ihnen eigenthümliche Sternbilder, wenigſtens im Thierkreiſe, der bei ihnen mit noch größerem Recht als bei uns ſo heißen kann, da der unſerige nur größtentheils, der ihrige aber ausſchließlich Thierfiguren hat. So beſteht die japaniſche Ekliptik aus folgenden Zeichen:

Nördl. Zeichen.	Ne	(Maus),
	Usie	(Stier),
	Torra	(Tiger),
	U	(Haſe),
	Tats	(Drache),
	Mi	(Schlange);
Südl. Zeichen.	Muma	(Pferd),
	Tsitsusie	(Bock),
	Sar	(Affe),
	Torri	(Hahn),
	Inu	(Hund),
	Ji	(Schwein).

Die 48 alten alexandriniſchen Sternbilder nebſt ihrer herkömmlichen Deutung ſind die folgenden:

Kleiner Bär (Arkas, Sohn der Calliſto und Enkel des Lycaon von Arkadien, von Jupiter als Bär an den Himmel verſetzt).

Caſſiopeja. Cepheus. Andromeda. Perſeus mit dem Meduſenkopfe. Bekannter Mythus.

Drache. Der Wächter des Gartens der Heſperiden.

Dreieck. Die Inſel Sicilien.

Fuhrmann. Iſt Erichthenius, König von Athen, dem die Erfindung des Wagens zugeſchrieben wird.

Große Bärin. Calliſto, Tochter Lycaons, in ihrer Jugend von Juno in eine Bärin verwandelt.

Bootes mit dem Berge Mänalus. Iſt Icarus und der gleichnamige Berg in Arkadien.

Haar der Berenice. Das der Venus geopferte und von Ptolemäus oder einem ſeiner Vorgänger unter die Sterne verſetzte Haar dieſer ägyptiſchen Königin.

Krone (der Ariadne, Prinzeſſin von Creta).

Leyer (des Orpheus).

Hercules.

Schlangenträger (Ophiuchus). Iſt Aesculap, Sohn des Apollo und der Coronis.

*Adler (mit Antinous). Der Adler, der den Ganymedes, Sohn des phrygiſchen Königs Tros, vom Ida entführte. Antinous, der am Hofe Hadrians lebte, verdankt ſeinen Platz am Himmel einer höfiſchen Schmeichelei.

Pfeil. Mit dieſem Pfeil tödtete Herkules den Geyer, der den gefeſſelten Prometheus marterte.

Delphin (der bekannte Retter des Arion).

Schwan. Orpheus, der von den Prieſterinnen des Bacchus getödtet und hierauf von den Göttern, in einen Schwan verwandelt, an den Himmel verſetzt ward.

Pegaſus. Das bekannte Muſenpferd; von andern auch dem Bellerophon zugeſchrieben.

Kleine Pferd. Das Pferd Cyllaris, welches Caſtor vom Mercur erhielt.

Die hier aufgeführten Bilder gehören dem nördlichen Himmel an, wenn man die Ekliptik und ihre Pole zum Grunde der Eintheilung legt. Ihnen folgt nun zunächſt der ſogenannte Thierkreis.

Widder (deſſen Fell den Argonautenzug veranlaßte).

Stier (Jupiter als Entführer der Europa).

Caſtor und Pollux. Andere nannten ſie auch Apollo und Herkules.

Krebs. Wahrſcheinlich durch einen Mißverſtand des altägyptiſchen Himmelszeichens Käfer (Scarabaeus Sacer), der unter anderm auf dem Thierkreis von Tentyra erſcheint. Doch mag er auch

das Wenden der Sonne nach Erreichung ihres nördlichſten Standes andeuten.

Löwe. Der vom Herkules erlegte Nemeiſche Löwe.

Jungfrau. Die Deutungen ſind verſchieden. Am gewöhnlichſten wird Ceres darunter verſtanden, weßhalb ſie auch eine Aehre in der Hand hält; andere nennen Iſis, Aſträa oder Erigone. Auf den altägyptiſchen Darſtellungen erblickt man einfach ein Schnittermädchen.

Wage. War früher ein Theil des folgenden Sternbildes, ſo daß die Scheeren des Scorpions die Stelle der Wagſchalen einnahmen. Die altägyptiſchen Darſtellungen geben den Mochos, Erfinder der Wagen und Gewichte.

Scorpion. Auf Befehl der Diana verwundete dieſer Scorpion den Jäger Orion tödtlich, und ward von ihr unter die Sterne verſetzt.

Schütze. Als Centaur dargeſtellt, wiewohl noch ein zweiter Centaur am ſüdlichen Himmel ſteht. Wahrſcheinlich iſt Chiron gemeint.

Steinbock (eigentlich Ziege Amalthea, mit deren Milch die Nymphen den Jupiter in ſeiner Kindheit ernährten).

Waſſermann. Iſt Deukalion, der theſſaliſche Noah.

Fiſche. Venus und Cupido ſtürzten ſich einſt, erſchreckt durch den Rieſen Typhon, in den Euphrat, und wurden hier in Fiſche verwandelt.

Der ſüdliche Himmel war den Alten nicht vollſtändig bekannt, da ihre Beobachtungen ſämmtlich dieſſeits des Aequators angeſtellt wurden. Man findet hier folgende:

Wallfiſch. Das zur Andromeda-Mythe gehörende Seeungeheuer, welches Perſeus getödtet hatte.

Orion. Der berühmte kretiſche Jäger, Begleiter der Diana und der Latona und ſeiner Verwegenheit halber von dieſem getödtet.

Haſe. Eigentlich als ein Symbol der Jagd zum vorigen Bilde gehörig.

Eridanus. Der fabelhafte Fluß, in welchen Phaëton herabſtürzte und ertrank.

Großer Hund. (Anubis, den die Aegyptier mit einem Hundskopfe darſtellen).

Kleiner Hund. Nicht ſicher zu deuten. Einige machen daraus ein zur Oriongruppe gehörendes Nebenſternbild, ähnlich wie der Haſe.

Argo. Das bekannte Schiff, welches die Argonauten nach Colchis führte.

Waſſerſchlange. Rabe. Becher. Apollo hatte den Raben abgeſandt, um in einem Becher Waſſer zu einem Opfer für Jupiter zu holen. Dieſer entſchuldigte ſeine verzögerte Rückkehr durch die Erzählung von einer Schlange, die ihn am Waſſerſchöpfen gehindert habe. Er ward zur Strafe an den Himmel verſetzt, und neben ihm Becher und Waſſerſchlange.

Centaur. Wahrſcheinlich ein allgemeines Symbol der Reitkunſt.

Wolf. Lycaon, König von Arkadien, ſeiner Grauſamkeit halber in einen Wolf verwandelt.

Südlicher Fiſch. Wohl urſprünglich zum Waſſermann gehörig.

Endlich noch Altar und ſüdliche Krone.

Unter den aufgeführten Bildern befinden ſich ſchon zwei nicht ebenbürtige. Das Haar der Berenice, und mehr noch Antinous, ſind traurige Denkmäler, daß auch ſchon damals die Wiſſenſchaften ſich mit Schmeichelei befleckten; auch nehmen ſie ſich am Himmel zwiſchen den großen und glänzenden Heroen ziemlich winzig aus. Das Haar der Berenice, dem man als Denkmal treuer Gattenliebe ſeinen Platz noch einigermaßen vergönnte, iſt ein nebliger Schimmer, zwiſchen den Glanzgeſtirnen des Bootes und des Löwen wenig bemerkbar, füllt indeſſen doch noch einen ſonſt leeren Raum aus. Antinous aber, dieſer Genoſſe kaiſerlicher Schwelgerei, verſteckt ſich unter den Flügeln des Adlers, von deſſen Großmuth er einige unſcheinbare Sterne erbettelt. Auch iſt er jetzt ziemlich antiquirt, da man ihn mit dem Adler in Ein Sternbild zuſammenfaßt und das „Aquila“ am „*Antinous*“ auf den Sternkarten einen ziemlich müßigen Beiſatz findet.

Die abweichenden Benennungen bei einigen ſpätern Aſtronomen ſind unwillkürlich, und nur durch Mißverſtand in die Verzeichniſſe gekommen. Der Ulugh-Beigh'ſche Katalog z. B. hat ſtatt des Herkules den knieenden Mann, Caſſiopeja und Andromeda ſind das thronende und das gefeſſelte Weib,

der Schwan iſt zur Henne geworden, Orion iſt der Rieſe, Eridanus heißt ſchlechtweg der Fluß, und ſtatt des Perſeus heißt es: der Mann, der die Larve hält, auch Berſhauſh genannt. Hier hat ganz unverkennbar ein alter Globus ohne Namen zum Grunde gelegen, und man deutete die Figuren, ſo gut man konnte.

Nach Entdeckung des Seeweges um Afrika herum konnte man die Sterne des ſüdlichſten Himmels nicht länger übergehen. Die Seefahrer, längſt gewohnt, ſich des Polarſterns und anderer nördlichen Sterne als Wegweiſer in den Waſſerwüſten zu bedienen, waren jetzt genöthigt, andere in Europa unſichtbare und noch nicht verzeichnete Geſtirne zu beobachten, und es war natürlich, daß ſie auch dieſe in Bilder zuſammenſtellten. Wir wiſſen nicht genau, wer zuerſt dieſe ſüdlichen Sternbilder eingeführt habe. Erſt Halley brachte die Umgebungen des Südpols in einige Ordnung, und lieferte einen Katalog zur Ergänzung des Tychoniſchen, in welchem folgende neue Sternbilder, größtentheils wohl ſchon vor Halley benannt, vorkommen:

Die Taube des Noah, die Biene, das ſüdliche Dreieck, das Chamäleon, der Toucan, die Dorade, der Kranich, die kleine Waſſerſchlange, die Fliege, der Pfau, der Phönix, die Karlseiche, der fliegende Fiſch, das Kreuz.

Die alte Götterwelt war dahin, und wir ſehen bei dieſen Benennungen ein neues Princip walten; gleichwohl war man noch darauf bedacht, eine gewiſſe äußerliche Harmonie beizubehalten. Daher die Reproductionen alter Sternbilder. Der Phönix iſt noch ganz mythiſch-antik; die Taube, der Pfau, der Kranich ſind dem Raben, Schwan und Adler nahe genug verwandt; wo ein Dreieck ſtand, konnte auch ein Kreuz ſeinen Platz finden, um ſo mehr, als hier eine wirkliche, von den Sternen ſelbſt gebildete Figur gegeben war; die übrigen endlich ſind zwar durchaus modern, aber doch noch immer mit einiger Rückſicht auf die hergebrachte Beziehungsweiſe gewählt.

Da man nun einmal angefangen hatte, den ſüdlichen Himmel zu vervollſtändigen, ſo wollte man auch am nördlichen nicht zurückbleiben. Hier zwar hatte das unbewaffnete Auge keine neuen Entdeckungen zu machen; aber es war, wie oben bemerkt, von den Alten viel leerer Raum gelaſſen, der noch zu keinem Bilde gehörte. Hier alſo konnte die Phantaſie ſich nach Belieben ergehen, und man ſäumte nicht, neue Bilder zu erſchaffen. Lange, bevor Hevel und Flamſteed die Poſitionen der Sterne ſicherer und vollſtändiger als bisher beſtimmt hatten, waren Aſtrographen aufgetreten, die ſich den wohlfeilen Ruhm erwarben, neue Sternbilder einzuführen; ja ein ziemlich obſcurer und ſeinem großen Namensverwandten wenig ähnlicher Aſtronom zu Anfang des 17ten Jahrhunderts, Schiller, verwarf den ganzen „heidniſchen Gräuel“ und führte einen chriſtlichen Himmel ein. Der Drache mußte dem Fluſſe Jordan weichen; in den bisherigen Thierkreis theilten ſich die zwölf Apoſtel, und ſo war der ganze Himmel mit Heiligen, Patriarchen und andern bibliſchen Figuren beſetzt.

Auch die Schmeichelei feierte nicht. Der galliſche Hahn, das Regierungsſcepter Ludwigs XIV., das Herz Karls II. und andere ähnliche, ſehr unglücklich gewählte Figuren wurden an den preisgegebenen Himmel geſetzt; Leute, welche die Poſition keines einzigen Sternes beſtimmt, noch ſonſt ein Verdienſt um Aſtronomie ſich erworben hatten, führten neue Bilder ein. Schon Hevel ſah ſich veranlaßt, dem Unfug entgegen zu treten, und eine Anzahl unnützer und ungehöriger Bilder wieder vom Himmel zu tilgen, wogegen er ſelbſt neue einführte, die übrigens — mit einigen Ausnahmen — mit den früheren gut harmonirten. Dem Bootes gab er zwei Jagdhunde, und Herkules bekam einen Cerberus in die Hand. Dem Triangel fügte er noch einen kleinen hinzu. Der Fuchs, das Einhorn, der kleine Löwe, der Luchs und das Camelopard nehmen ſich noch ganz gut aus; etwas ſpaßhaft iſt ſchon die Eidechſe, aber der Sextant und das Schild Sobieskys müſſen als Fehlgriffe bezeichnet werden. Auch ſtehen beide ziemlich müßig am Himmel, kein einziger augenfälliger Stern kommt in ihnen vor, und ſie veranlaſſen ein Figurengedränge, ohne der Anſchaulichkeit irgendwie zu dienen.

Allmählig war ſo die Zahl der Sternbilder auf 76 gewachſen und der ganze

Himmel untergebracht. Alte und neue Sternbilder ſtanden untereinander, jedem war eine feſte Gränze angewieſen, und es gab am Himmel keine ἀμορφοι mehr. Es iſt hauptſächlich Flamſteeds, des britiſchen großen Aſtronomen, Verdienſt, dieſen neuen Canon feſtgeſtellt zu haben. Jeder Stern gehörte zu einem beſtimmten Bilde, er war durch griechiſche oder lateiniſche Buchſtaben (von Bayer und Doppelmayer eingeführt) und durch fortlaufende Zahlen bezeichnet, ſo daß keine Beſchreibung nach Figurentheilen mehr nöthig war, und man nur hergebrachterweiſe noch von einem Auge des Stiers, einem Herzen des Scorpions, einer nördlichen und ſüdlichen Wagſchale, und einer Kornähre der Jungfrau ſprach — ein wohlgeordnetes, bequem zu überſchauendes Ganze.

Dabei hätte man fortan billig bleiben ſollen. Es lag auf der Hand, daß — einige wenige Gegenden des ſüdlichſten Himmels vielleicht abgerechnet — jede weitere Neuerung nur neue Verwirrung erzeugen mußte. Aber die Lacaille, Lalande und Bode ließen ſich nicht abhalten, immer neue Sternbilder einzuführen. Freier disponibler Platz war nirgend mehr vorhanden — alſo mußten die Flamſteed'ſchen Gränzen verrückt und die alten Bilder in ihrem viertauſendjährigen Beſitz gekränkt werden. Die ſo lange Jahrhunderte hindurch groß und frei am Himmel geſchwebt hatten, geriethen nun ſo ins Gedränge, daß ſie nicht mehr wußten, wo ſie Hände und Füße laſſen ſollten. Und welche Bilder führte man ein? Hevel hatte den Anfang mit einem Sextanten gemacht: fortan wurden Pendeluhr und Rhomben-Netz, Octant und Mauerquadrant, Cirkel, Lineal und Winkelmaaß, Buchdruckerpreſſe und Elektriſirmaſchine, Malerſtaffelei und Bildhauerwerkſtatt, Luftpumpe und chemiſcher Ofen hineingezwängt; nicht zu vergeſſen zweier Teleſkope und eines Luftballons. Das Schiff bekam noch eine beſondere Logleine, und andere Figuren ähnliche Anhängſel. Ein zweiter Stier ward zu Ehren — des Königs Poniatowsky von Polen eingeführt; eine Friedrichsehre, auf Koſten der Andromeda und der Hevel'ſchen Eidechſe creirt. Lalande hatte eine Lieblingskatze — ſofort ward ſie an den Himmel verſetzt. Der Kometenentdecker Meſſier wurde als Erntehüter in die Nähe des Pols placirt, wo er, trotz ſeiner winzigen Kleinheit, vier andere Figuren beeinträchtigte. Endlich, um der Anmaßung gleichſam die Krone aufzuſetzen, wurde das glanzvollſte Geſtirn des ganzen Himmels, der uralte Orion, ſeines beſten Schmucks, der den großen Nebelfleck umgebenden Mittelgegend, beraubt und ein Napoleonsgeſtirn daraus geſchaffen. Dieſer letzten und ärgſten Uſurpation machten ſchon nach wenigen Jahren die Flammen von Moskau und die Kanonen von Leipzig ein Ende.

Man ſcheint nun allmählig zu der Einſicht gekommen zu ſeyn, daß ein ſolches Verfahren die Wiſſenſchaft auf keine Weiſe fördern und noch viel weniger die Achtung vor derſelben vermehren werde. Die Nachwelt wird keine Lehre daraus ziehen können, als etwa die, daß auch die Aſtronomen von den kleinlichen irdiſchen Leidenſchaften nicht frei geweſen.

Der hochverdiente Olbers war der erſte, der in einem, nach ſeinem Tode in Schumachers aſtronomiſchem Jahrbuche veröffentlichten trefflichen und gehaltreichen Aufſatze dieſe ebenſo unpaſſenden, als geſchmackloſen und unbehülflichen Sternbilder bekämpfte und ihre Wiederabſchaffung beantragte. Ganz bis auf Ptolemäus zurückzukehren, erachtete er nicht für thunlich, hauptſächlich des ſüdlichen Himmels wegen. Sein Antrag geht dahin, einen annus normalis feſtzuſtellen, in der Art, daß die bis auf Hevel und Flamſteed durch ſtillſchweigende Uebereinkunft eingeführten und von dieſen beiden Aſtronomen anerkannten Sternbilder mit Ausſchluß aller ſpäteren die Grundlage der Eintheilung unſeres Firmaments bilden ſollen. Dieſer ſo gemäßigte Vorſchlag verdient gewiß alle Beachtung. Er iſt um ſo leichter auszuführen, als die von Bayer eingeführte Bezeichnungsweiſe der einzelnen Sterne innerhalb deſſelben Bildes, durch das griechiſche Alphabet, nicht auf dieſe neuen angewandt worden iſt. Theils ſtillſchweigend, theils ſogar vermöge förmlicher Stipulationen zwiſchen den Aſtronomen, hat man dieſe Buchſtaben an ihrem Platz

belaſſen, auch wo ein neues Sternbild ſich eindrängte; und ſo wurden z. B. die in den Poniatowsky'ſchen Stier-fallenden und ſchon mit Buchſtaben bezeichneten Sterne des Adlers und des Ophiuchus fortwährend dieſen Sternbildern belaſſen, ſo daß die Beſeitigung dieſer Figuren keine erhebliche Schwierigkeit hat.

Bereits hat Argelander in ſeiner „neuen Uranometrie" dieſen Vorſchlag ausgeführt. So weit ſeine Sternkarten reichen (und ſie umfaſſen drei Viertel des geſammten Himmelsgewölbes) kommen in ihnen ausſchließlich nur ſolche Bilder vor, die Hevel und Flamſteed anerkannt haben. Die Manen Friedrichs des Großen werden ſicherlich nicht zürnen, daß man ſein „Sternendenkmal" wieder vom Himmel tilgte. Einer Nomenclatur des Firmaments muß man möglichſte Dauer zu ſichern ſuchen, und deßhalb nicht das, was Ein Jahrhundert geſchaffen und gewirkt, vorzugs- und gleichſam ausſchließlicherweiſe dazu wählen. Aber haben die Dampfmaſchine, der photographiſche und galvanoplaſtiſche Apparat und andere Erfindungen weniger Anſpruch, als die Elektriſirmaſchine und der Luftball? Hat das gegenwärtige Jahrhundert keine großen Fürſten aufzuzeigen, und werden die kommenden keine haben? Wohin alſo ſollte ein Fortſchreiten auf dem bisherigen Wege führen? Der Aſtronom, der es mit ſeiner Wiſſenſchaft redlich meint, kann ſich und ſeiner Zeit würdigere und bleibendere Denkmäler errichten.

Will man aber durchaus ein neues Sternbild, ſo warte man, bis der allgemeine Weltfriede dauernd und auf immer errungen ſeyn wird, bis kein Menſch den Menſchen mehr verknechtet und kein Glaubensgericht mehr die Gewiſſen bindet. Dann und nicht eher ſeyd ihr würdig, eure That an den Himmel zu verſetzen, dann möge der Oelzweig oder die Palme, in ewiger Sternenſchrift verzeichnet, den fernſten Nachkommen verkündigen den Zeitpunct, von wo ab eine Geſchichte der Menſchheit erſt datiren wird. Iſt aber dieß ein ſchöner Traum, der ſich nie erfüllen ſoll, ſo verſchont wenigſtens den Himmel mit eurem Erdenjammer.

Die von Olbers angeregte und von Argelander zuerſt begonnene Reform iſt aber nicht das Einzige, was unſerm Himmel noth thut. Man ſehe die bis auf die neueſte Zeit erſchienenen Karten an, und man wird ſich vergebens bemühen, einen Eindruck zu gewinnen, wie ihn die Sterne des Himmels auf uns machen. Die ſcharf ausgezeichneten Figuren, die Gewänder mit ihren großen Schattenmaſſen, die Zierrathen aller Art ſcheinen die Hauptſache zu ſeyn und die Sterne nur wie zufällig dazwiſchen zu ſtehen — ein Tadel, der z. B. noch Bode's ſämmtliche uranographiſche Arbeiten trifft. Auch hierin ſchlägt man jetzt allmählig einen beſſern Weg ein. Man zeichnet nur die Umrißlinien ohne alle Schattirung, und dieſe ſo ſchwach als möglich, hebt auch die feſtgeſetzten Gränzen nur durch eine Reihe feiner Puncte hervor. Der Namen bedarf es auf den Karten ſelbſt gar nicht. Sind ja doch die meiſten auch ohne ihn hinreichend kenntlich, und wo dieß etwa nicht ganz der Fall ſeyn ſollte, mag man ſie dem Rande der Karte einverleiben. Hauptſache iſt immer das klare Hervortreten der eigentlichen Sterngruppen, und je weniger Fremdartiges, deſto beſſere allgemeine Orientirung.

Andere ſind noch weiter gegangen, haben die Bilder ſelbſt gänzlich weggelaſſen und ſich damit begnügt, nur ihre gegenſeitigen Gränzen anzudeuten, und innerhalb derſelben einfach den Namen des Bildes zu ſetzen. Für größere, zum Gebrauch des eigentlichen Aſtronomen beſtimmte Kartenwerke iſt dieß gewiß zweckmäßig, und jeder, der die trefflichen Harding'ſchen Karten kennt und benutzt hat, wird dem Verfaſſer darin beiſtimmen. Nur bei Generalkarten des Himmels, die mehr zum allgemeinen Gebrauch beſtimmt ſind, dürfte doch — ſo lange man nicht etwa das ganze Sternbilderweſen zu beſeitigen Willens iſt — eine Andeutung der Bildfigur, wie ſie Littrow, Schwink, Argelander und andere Neuere gegeben haben, vorzuziehen ſeyn. Dieſer letztere Vorſchlag iſt nun in der That nicht nur gemacht, ſondern auch in einigen Werken ſchon ausgeführt worden. Piazzi in ſeinen beiden berühmten Katalogen hat gar keine Sternbildernamen, ſondern theilt den Himmel in ſeine 24 Sternſtunden, ordnet in dieſen die Sterne nach ihrer Retaſcenſion und gibt ihre Poſition und Größe an. So gibt es alſo hier kein

α Herculis, ζ Cancri, ſondern einen Stern XVII. 18, einen andern VIII. 7 u. ſ. w. Ebenſo führen die Karten und Kataloge, welche zu der von der Berliner Akademie unternommenen Arbeit gehören, nur allein die Sterne ſelbſt nach ihrer Größe, geraden Aufſteigung und Abweichung, ohne alle weiteren Bilder, ja ſelbſt ohne Buchſtaben oder Zahlen auf. Früher ſchon hat Wurm dieſen Vorſchlag gemacht, der allerdings auf eine Totalreform hinausliefe.

Für manche ſpecielle Zwecke mag allerdings das Sternbilderweſen entbehrlich, ja gewiſſermaßen läſtig erſcheinen. Wer die einzelnen Fixſterne ausſchließlich als Himmelsörter zu betrachten gewohnt iſt, da die beſondere Richtung, die ſeine aſtronomiſche Thätigkeit genommen hat, ihm nie zu einer andern Betrachtungsweiſe Veranlaſſung gibt; wer nie das Ganze, ſondern ſtets nur das Einzelnſte im Auge hat, dem iſt allerdings mit Sternbildern nicht gedient. Aber iſt uns denn der Fixſtern wirklich nichts weiter, als ein unbeweglicher mathematiſcher Punct, und ſoll uns das Firmament ausſchließlich nur dienen, Sternbedeckungen zu berechnen und Kometenörter zu reduciren? Gerade in unſern Tagen, wo das, was außerhalb unſeres Sonnenſyſtems ſich befindet, aufgehört hat, nur für dieſes zu exiſtiren, und eine ſelbſtſtändige Bedeutung, eine eigenthümliche und hohe Wichtigkeit gewonnen hat, dürfte es nicht an der Zeit ſeyn, gleichſam das Kind mit dem Bade auszuſchütten und alles Bisherige über den Haufen zu werfen.

Wenn ein Geodät uns das Anſinnen ſtellte, fortan aus der Geographie alle hergebrachten Benennungen von Städten, Dörfern, Bergen und Inſeln zu ſtreichen, und an deren Stelle die Längen- und Breitenangaben zu ſetzen, die er uns lieferte, oder ein Officier die Leute ſeiner Compagnie nicht nach ihren Vor- und Familiennamen, ſondern nach ihrer Nummer in Reihe und Glied aufführte, und uns dieß als das Ideal einer einfachen Bezeichnungsweiſe anprieſe, ſo würden wir andern nicht bloß triangulirenden und exercirenden, ſondern auch handeltreibenden, correſpondirenden, zeitungsleſenden und reiſenden Menſchen unſer Intereſſe ſehr ſchlecht berathen finden und die Neuerung einſtimmig verwerfen. Und ebenſo werden wir ſagen müſſen, daß die Eintheilung des Himmels in ſpeciell benannte Sterngruppen, die an keine künſtliche Gradeintheilung gebunden ſind, aus einem wirklichen Bedürfniß nicht allein hervorging, ſondern auch heut noch einem ſolchen entſpricht. Man nehme dem Landmann, dem Jäger, dem Schiffer die alten Sternbilder, und er wird ſich neue bilden müſſen, wie denn ſelbſt die roheſten Völker, zu denen die Kunde von unſern Sternbildern nicht gedrungen war, dieß gethan haben. Aber auch ſelbſt der Aſtronom, der ja an den Fixſternen Glanz, Farbe, etwannige Veränderungen derſelben, eigene Bewegung, Duplicität und phyſiſchen Connex mit andern Sternen, Parallaxe und ſo manches Andere beſtimmt oder doch zu beſtimmen verſucht, ſollte ſich nie der ſo kurzen und bequemen Bezeichnungen α Lyrae, 61 Cygni, Spica und anderer bedienen dürfen, ſondern, ſo oft er von ihnen ſpricht, jedesmal die Grade, Minuten und Secunden der Rectaſcenſion und Declination anführen? Und, genau betrachtet, würde die erwähnte Neuerung nicht allein im höchſten Grade unbequem und bis zum Unerträglichen monoton, ſondern auch geradezu unmöglich ſeyn? Denn kein einziger Fixſtern behält ja auch nur Ein Menſchenalter hindurch ſeinen auf den Pol bezogenen Ort in ſo weit bei, daß nicht keine Verwechſelung zu befürchten wäre. Sollen nun die Veränderungen, die er durch Präceſſion und eigene Bewegung, abgeſehen von den periodiſchen Aenderungen, erleidet, unberückſichtigt gelaſſen oder mitgenommen werden? Im erſten Fall müßten wir uns über ein Normaljahr vereinigen, deſſen Gebrauch je länger deſto unbequemer werden muß; im letztern Fall könnten wir von keinem Stern reden, ohne erſt eine vollſtändige Reduction zu machen.

Schon jetzt, nach kaum einem halben Jahrhundert, ſteht ein volles Zwanzigſtel der Piazzi'ſchen Sterne nicht mehr in der Stunde, wo ſein Katalog ſie ſetzte, auch folgen ſie ſich nicht mehr in derſelben Ordnung. Wer ſie aufeinanderfolgend am Paſſage-Inſtrument beobachten will, iſt ſchon jetzt genöthigt, hin und wieder Umſtellungen vorzunehmen, und

dieſer Uebelſtand wird mit jedem Jahr zunehmen. Wie alſo könnte unſer wandelbares Gradnetz die Stelle der alten unvergänglichen Bilder erſetzen?

Ein neuerer, von John Herſchel gemachter Vorſchlag will zwar nicht die herkömmlichen Namen abſchaffen, geht aber dahin, die Gränzen nicht, wie bisher, aus ganz willkürlichen regelloſen Curven beſtehen zu laſſen, ſondern überall Meridiane und Parallelen dazu zu wählen. So viel als möglich ſoll jedes Sternbild ſeine Hauptſterne behalten, ſo wenig als möglich ſollen natürliche Gruppen zerſchnitten werden. Der ganze Himmel theilte ſich in ſphäriſche Tetragone, ungleich an Größe und Geſtalt, je nachdem die natürlichen Gruppen es erfordern; doch ſey keines von ihnen zu ausgedehnt, und namentlich ziehe es nicht, wie der Drache und die Waſſerſchlange, durch Hunderte von Graden der Aufſteigung. Endlich ſollen alle nach Bild und Namen gar zu ähnlichen Conſtellationen reducirt werden. Zwei Pferde, zwei Centauren, drei oder vier Schlangen und andere leicht zu verwechſelnde Bilder oder Namen ſeyen unbequem und könnten leicht Verwirrung veranlaſſen. Herſchel gibt als Probe ſeines Vorſchlags eine Skizze des ſüdlichen Himmels, wo allerdings die Reformation am unbedenklichſten vorgenommen werden kann. Hiernach würde jedes Sternbild durch zwei Grade der Abweichung und zwei der geraden Aufſteigung beſtimmt abgegränzt ſeyn, und man würde, ſobald die Poſition eines Sterns bekannt iſt, ohne weiteres wiſſen, zu welchem Bilde er gehöre.

Auch dieſer Vorſchlag, wiewohl er alle Beachtung verdient, dürfte doch, ſo wie er gegeben iſt, unausführbar ſeyn. Sollen jene, von Meridianen und Parallelen begränzten ſphäriſchen Tetragone unverändert bleiben, ſo werden die Sterne vermöge der Präceſſion aus einem in das andere rücken. Oder will man ſie von Zeit zu Zeit verſchieben? Auch dieß wäre nur ein Palliativmittel, das namentlich für die Circumpolarſterne ſich ſehr bald als ungenügend bewähren würde. Selbſt auf unſerer Erde, wo doch die Längen und Breiten conſtant ſind, treffen wir Gränzen dieſer Art nur etwa in den innern Gegenden der amerikaniſchen Union an, wo ſie für jetzt noch nicht viel bedeuten, und wo die Zeit lehren wird, ob ſie zweckmäßig gewählt waren; in der hiſtoriſch entwickelten alten Welt findet man nirgend auch nur eine Annäherung zu ſolchen Gränzen; und die Natur weiß noch viel weniger von ihnen.

Etwas anders würde ſich die Sache geſtalten, wenn man die begränzenden Coordinaten nicht dem Syſtem des Aequators, ſondern dem der Ekliptik entlehnte. Denn die hauptſächlichſte Ortsveränderung iſt doch nur die Präceſſion, wogegen alles Andere als unbedeutend verſchwindet*). Dieſe aber läßt alle Breiten unverändert und die Längen überall um gleichviel, und zwar der Zeit proportional, wachſen; wenigſtens gelten dieſe Sätze nahezu, und die Abweichungen derſelben gehören zur feineren Mikrometrie des Himmels. Eine jährliche Verſchiebung dieſer Rechtecke um 50″ in runder Zahl, und parallel der Ekliptik würde den Beſtand des Ganzen wenigſtens für mehrere tauſend Jahre ſichern, und überhaupt würde die Einrichtung der gegenwärtig beſtehenden an möglicher Dauer nur wenig nachſtehen, denn die eigenen Bewegungen, das Einzige, was unberückſichtigt bleiben müßte, werden auch den alten Sternbildern, wenn etwa 100,000 Jahre verfloſſen ſind, ein langſames, aber unvermeidliches Ende bereiten. Sind erſt dieſe Bewegungen bei den Hauptſternen zu zehn und mehreren Graden durchſchnittlich angewachſen, ſo bleibt keine Aehnlichkeit mit dem gegenwärtigen Himmel mehr übrig.

Ob aber eine ſolche, dem Gradnetz der Ekliptik entnommene Eintheilung die erheblichen Vortheile wirklich gewähren würde, welche Herſchel ſich davon verſpricht, dürfte fraglich ſeyn. Unſere Inſtrumente können nicht für das Syſtem der Ekliptik montirt werden; parallaktiſche ſowohl als Meridianfernröhre ſind auf den Aequator eingerichtet und bedürfen deßhalb Karten und Verzeichniſſe, welche die Polarcoordinaten in Beziehung auf letztern

*) Die raſcheſte eigene Bewegung, die am Firſternhimmel vorkommt, beträgt nur den zehnten Theil der Präceſſion; für die meiſten Sterne iſt ſie nur 1/100 derſelben oder noch weniger.

angeben. Soll alſo der Vortheil aus der gegebenen Poſition, ohne Weiteres das Sternbild zu erkennen, wirklich erlangt werden, ſo müſſen die Kataloge auf beide Coordinatenſyſteme eingerichtet ſeyn, alſo Rectascenſion, Declination, Länge und Breite enthalten, was übrigens auch noch in mancher andern Beziehung, z. B. für die Berechnung von Bedeckungen, von weſentlichem Nutzen wäre. Da man aber gleichwohl die Kataloge nicht wohl anders, als nach der Rectascenſion ordnen könnte, ſo würde das Hin- und Herſpringen aus einem Sternbilde ins andere doch nicht vermieden werden können. Auch dürften ſich die natürlichen Gruppen nicht in allen Fällen bequem in dieſe ſphäriſchen Rectangel fügen. Der Drache, der zwiſchen beiden Bären eine Art von paraboliſchem Bogen bildet und ſich in die Bildfigur, wie ſie jetzt gezeichnet wird, ſehr gut fügt, würde jedem Verſuche der Art widerſtreben.

Uns ſcheint es beſſer, ſich wenigſtens für denjenigen Theil des Himmels, der den Alten bekannt und von ihnen bereits mit Sternbildern verſehen iſt, mit einer nicht ſo tief eingreifenden Reform zu begnügen. Man ändere nichts in der Hauptſache, ſondern ziehe nur hier und da, wo es zweckmäßig ſcheint, die Gränzen in einfachern, weniger zickzackartigen Bögen fort. Manche Sterne ſind in den Flamſteed'ſchen und auch noch in ſpätern Karten zweien Bildern zugetheilt, und die Gränze zieht durch ſie hindurch; dieß erſcheint als ein Uebelſtand. Es bedarf am Himmel keineswegs beſtimmter Gränzpfähle; es genügt überall zu wiſſen, zwiſchen welchen Sternen die Gränze hindurch gehe. Endlich dürfte es vielleicht gerathen ſeyn, die Unterbrechungen eines Sternbildes durch ein anderes einer Reform zu unterwerfen. Es finden ſich zwei Beiſpiele der Art am Himmel: Ophiuchus wird durch die Schlange, und die große Hydra durch Becher und Raben unterbrochen. Die Praxis hat hier ſchon theilweiſe Abhülfe geleiſtet, und man unterſcheidet in der Hydra den Haupttheil der Figur von der Cauda oder Continuatio Hydrae. Da in beiden Fällen es ſich nicht um Hauptſterne handelt, ſo würde es nicht ſchwierig ſeyn, ſich über eine leichte Abänderung zu verſtändigen; nur müßten dieſe und ähnliche Anordnungen wo möglich von einem aſtronomiſchen Congreß ausgehen, denn die Zeiten der Flamſteeds und Caſſini's ſind vorüber, und es genügt jetzt nicht mehr, daß Eine Sternwarte oder auch Ein Land dieſe oder jene Einrichtung beliebe.

Welche Reform man aber auch veranſtalten möge, ſtets wird es ein Hauptaugenmerk ſeyn müſſen, die Brücke nicht zu zerſtören, welche das Volk im Conner mit der Wiſſenſchaft zu erhalten geeignet iſt. Man wahre die Würde der Wiſſenſchaft, aber man ſuche dieſe Würde nicht darin, ſie durch möglichſt abſtruſe Syſteme, durch Ausſcheidung alles deſſen, was nicht in Zahlen und Formeln dargeſtellt werden kann, und durch ängſtliche Vermeidung jeder Benennung, an welcher die Phantaſie einen Anknüpfungspunct entdecken könnte, für Jeden, der ihr nicht ſein ganzes Daſeyn widmen kann, ungenießbar zu machen. Es war gewiß wohlgethan, die Wiſſenſchaften von jenem unnützen nomenclatoriſchen Wuſte zu befreien, mit dem das Zeitalter der Scholaſtik ſie beſchenkt hatte, und der zu nichts diente, als ihren freien Flug zu hemmen; und die einfach auf die Sache eingehenden Darſtellungsweiſen unſerer jetzigen Lehrbücher ſind dem bombaſtiſchen und künſtlichen Wortſchalle, worin ein früheres Jahrhundert ſich gefiel, unendlich vorzuziehen; — aber bei den Bildern des Firmaments handelt es ſich nicht um ein hohles Product des finſtern Mittelalters; und iſt unläugbar ein Mißbrauch mit ihnen getrieben worden, ſo hebt dieſer den Gebrauch nicht auf. Das Volk, und namentlich das deutſche, kennt dieſe Bilder und achtet ſie als einen alten und liebgewordenen Beſitz; die Wiſſenſchaft hat ſich bisher bei ihrem Gebrauche nicht übel befunden, und würde ſie vielleicht bald genug zurückwünſchen; von ihrer Kenntniß dürften ſich ohnehin weder die jetzigen, noch die künftigen Aſtronomen dispenſiren; was alſo könnte ihre Vernichtung oder gänzliche Umgeſtaltung uns frommen? In der Wiſſenſchaft, wie in der Politik, ſehen wir den wahren Fortſchritt überall am erfreulichſten da gedeihen, wo Achtung vor dem bewährten Alten ihm ſtets zur Seite ging; ſeyen wir

Aſtronomen, alſo ebenfalls, was ſich am meiſten für uns geziemen dürfte: gemäßigte Conſervative.

Nachſchrift.

Die Sterngruppen, die wir am Himmel erblicken, und die auch größtentheils mit den Bildern coincidiren, ſind allerdings zunächſt nur als optiſche zu betrachten. Was in der Wirklichkeit ſich in unermeßlichen Weiten hinter einander befindet, kann für unſern Anblick nahe neben einander erſcheinen, und ein Sternbild iſt alſo keineswegs nothwendig auch ein Sternſyſtem. Die Wiſſenſchaft muß ſich nun allerdings das Ziel ſtecken, die Syſteme, falls deren wirklich an unſerm Firmament ſich finden, einzeln zu erkennen, und wenn der Nachwelt dieſes Streben gelingt, wird auch eine andere Zuſammenſtellung, auf die wirklichen im Raume gegebenen Gruppen ſich gründend, eingeführt werden müſſen. Allein abgeſehen davon, daß wir zur Zeit noch weit von einer ſolchen Kenntniß entfernt ſind, daß vorausſichtlich noch lange Jahrhunderte entſchwinden werden, ehe wir zu einer Aſtrognoſie in dieſem Sinne gelangen, ſo zeigt uns ſchon das Wenige, was wir jetzt wiſſen oder als wahrſcheinlich vermuthen, daß unter den optiſch zuſammengehörenden Gruppen viele, vielleicht die meiſten, zugleich phyſiſche ſind. Von dem bekannten Sternhaufen der Plejaden vermuthete man längſt, daß eine zufällige Coincidenz der Richtungslinien nicht Hunderte von hellen Sternen in einen Raum vereinigt haben würde, der kleiner iſt, als mancher andere, gänzlich ſternenleer erſcheinende. Nöthigte uns nun hier ſchon das Geſetz der Wahrſcheinlichkeit zur Annahme eines phyſiſchen Connexes, ſo iſt dieſer durch Beſſels Unterſuchung der eigenen Bewegungen dieſer Sterne zur Gewißheit erhoben, und eine ſpäte Folgezeit wird dahin gelangen, dieſen Connex näher zu beſtimmen. Für die Gruppe der Hyaden läßt ſich aus den bis jetzt bekannten eigenen Bewegungen ein ähnlicher Beweis führen: von 13 Sternen derſelben, die wir näher kennen, haben 12 eine nach Quantität und Richtung hinreichend übereinſtimmende eigene Bewegung, um ſie als zuſammengehörend zu bezeichnen; der dreizehnte, nicht übereinſtimmende aber iſt der bekannte Aldebaran, der auch die übrigen an Helligkeit weit übertrifft, alſo wohl zwiſchen der eigentlichen Hyadengruppe und unſerm Sonnenſyſtem, und zwar dem letztern beträchtlich näher, aber auf gleicher Linie ſteht. Nahe liegt es auch, den glanzvollen Orion, wenigſtens die Mittelgegend deſſelben, in ein wahres Sternſyſtem zuſammenzufaſſen; doch wird es hier nicht ſo leicht ſeyn, zur Gewißheit zu kommen, da faſt bei ſämmtlichen Orionsſternen die eigenen Bewegungen äußerſt langſam vor ſich gehen, und für den Zwiſchenraum von Bradley bis Argelander kaum oder gar nicht zu erkennen ſind. Gleichwohl dürfte ſchon jetzt kaum mehr ein Zweifel ſtattfinden, daß dieſe Sterne ſich ſämmtlich in Richtungen bewegen, die zwiſchen Oſt und Süd fallen, was alſo doch ebenfalls entweder auf eine — ſehr unwahrſcheinliche — zufällige Uebereinſtimmung oder auf einen phyſiſchen Connex führt. Noch an mehreren Gruppen fängt man an, eine Aehnlichkeit der Bewegungsrichtungen wahrzunehmen, die ſelbſt dann noch übrig bleibt, wenn die eigene Bewegung der Sonne nach ihrem wahrſcheinlichen Effect in Rechnung gebracht wird; und da der Erfolg in den oben angeführten Beiſpielen der Erwartung entſprochen hat, ſo dürfen wir auch überall, wo Sterne ähnlicher Größen ſich beträchtlich dichter, als in andern Gegenden finden, alſo z. B. in der Leyer, der Caſſiopeja, dem Kreuze des Südens, dem Haar der Berenice, den drei hellen Sternen des Adlers u. ſ. w. einen phyſiſchen Attractionsconnex vermuthen, wenn es auch wahrſcheinlich iſt, daß die Folgezeit einzelne Sterne dieſer größern Gruppen, als nicht wirklich zu ihnen gehörend, in ähnlicher Weiſe ausſcheiden wird, wie Aldebaran aus dem Syſtem der Hyaden geſtrichen werden muß. Daß kleinere Partialſyſteme unter den Fixſternen überaus häufig ſind und ihre Zahl mindeſtens in die Tauſende geht, iſt jetzt keinem Zweifel mehr unterworfen; und der Schluß auf größere, die aber eine weit längere Zeit zur Erkennung erfordern, liegt nahe. Iſt alſo dieſe Anſicht die wahre, und ſind uns in einem bedeutenden Theile der

optiſch augenfälligen Gruppen zugleich phyſiſche gegeben, ſo werden zweckmäßig gewählte Sternbilder (und die der Alten ſind dieß meiſtens) auch für die Zukunft nicht allein gerechtfertigt erſcheinen, ſondern auch eine noch höhere Wichtigkeit und Bedeutung als gegenwärtig erhalten, während eine Gradnetzeintheilung, man möge ſie einrichten, wie man wolle, ſtets nur eine untergeordnete Bedeutung haben kann.“

So weit unſer Mädler. — Ich habe, unter dem populären Geſichtspuncte meines Werkes, Freunden der Aſtronomie jetzt nur auch noch beſonders neueſte „Sternkarten“ ſolcher Art zu bezeichnen, daß dadurch mäßigen Anſprüchen genügt wird. Dahin rechne ich namentlich Littrow's „Atlas des geſtirnten Himmels.“ Stuttgart. 1839. 36 Tafeln fl. 4. (ſaubere Arbeit); Germar's (ſchon im Art. Sternbilder hervorgehobene) „Sechs Tafeln zur Erleichterung der Himmelskunde.“ Lpz. 1846. (vortrefflicher Stich), und endlich Schwinck's Himmelskarten, welche der verewigte große Königsberger Aſtronom Beſſel ſehr lobt,* und mit deren Empfehlung auf Grund einer ſolchen Auctorität ich den gegenwärtigen Vortrag über „Sternkarten“ beſchließe.

* Hier iſt Beſſel's Anzeige dieſer Karten, wie ich dieſelbe in öffentlichen Blättern finde; man wird ſie in einer Note gern leſen.

„Der Hauptmann Schwinck hat eben fünf Blätter erſcheinen laſſen, welche den in unſeren Gegenden der Erde ſichtbaren Theil des Himmels auf eine Art darſtellen, die ihnen Anſpruch auf allgemeine Theilnahme gibt. Dieſe Darſtellungsart vereinigt höchſt glücklich Alles, was die Karten den Aſtronomen brauchbar machen kann, mit dem für diejenigen Erforderlichen, die Kenntniß der Sternbilder und Sterne erſt erwerben wollen. Veranlaſſung hierzu wird, glaube ich, Jeder haben, der der (ſchwierigen) Erklärung ausweichen will, warum er ſich bemüht hat, die ſieben, in den Büchern beſchriebenen, Wunderwerke der Welt kennen zu lernen, während er nicht nach den Eigenthümlichkeiten und Benennungen des großen Weltwunderwerks gefragt hat, welches jeder heitere Abend prachtvoll ſeinem Auge vorführt. — Doch dieſe Frage ſollte allgemeiner ausgeſprochen werden; ſie iſt viel zu wichtig, um bei zufälliger Veranlaſſung, wie die gegenwärtige, mehr als bloße Erwähnung zu geſtatten, — Vier der Schwinck'ſchen Karten ſtellen den Gürtel der Himmelskugel dar, der ſich von 30° ſüdlich vom Aequator bis 50° nördlich erſtreckt; die fünfte zeigt die Gegend des Nordpols bis zu 46° Entfernung von ihm. Dieſe Karten enthalten nicht nur alle, mit bloßen Augen ſichtbaren Sterne, ſondern auch noch die — erſt durch ein ſchwaches Fernrohr ſichtbar werdenden — der ſiebenten Größe. Die größeren Sterne ſind durch größere und kleinere, mehr oder weniger ſchwarz ausgefüllte, oder auch ganz leer gelaſſene Kreischen, die kleinſten durch Kreuze bezeichnet, und zwar ſind dieſe Bezeichnungen ſo gewählt, daß ihre Augenfälligkeit in demſelben Verhältniſſe iſt, in welchem die Helligkeiten der Sterne am Himmel ſind. Den herkömmlichen Ornat der Sterne — den Strahlenring — hat Schwinck mit Recht verworfen. — Dieſe paſſende Bezeichnungsart der einzelnen Sterne hat zur Folge, daß der Ueberblick über eine Sterngruppe auf der Karte ihr Ausſehen am Himmel möglichſt gut verſinnlicht; es wird dadurch Jedem ſehr leicht werden, ſich bei Vergleichungen der Karten mit dem Himmel, zurechtzufinden. Sorgfältig iſt Alles vermieden, was jenen Ueberblick ſtören könnte. Die Figuren der Sternbilder durften zwar nicht auf den Karten fehlen; allein ſie ſind mit hellbrauner Farbe gezeichnet und ſo wenig auffallend, daß ſie die Gruppirungen der Sterne nicht im Mindeſten undeutlich machen. Man ſieht ſie nur, wenn man ſie ſehen will; die dem Himmel, nicht wie die Bilder angedichteten, ſondern angehörenden Sterne treten dagegen ſchwarz auf dem blaſſen Grunde hervor. — Wer eine, ihm bekannte Sterngruppe am Himmel betrachtet, dem vergegenwärtigt ſie die Umriſſe des Bildes, mit welchem zugleich er ſie kennen gelernt hat; er ſieht z. B. in Gedanken den Schild, den Gürtel, das Schwert des Orion, indem er wirklich die zu ihnen

Sternkegel; Coniglobia; *Conigloboes*. Vorſtellungen der hohlen Kugelfläche des geſtirnten Himmels (der Innerfläche der ſcheinbaren Himmelshohlkugel) auf der Innerfläche zweier gleichſeitiger Kegel. Da uns die künſtliche Himmelskugel (vergl. d. Art.) nur die äußere erhabene Fläche (die Convexität), und die Sternbilder darauf alſo umgekehrt (z. B. vom Orion, welchem wir an der Concavität in das Geſicht ſchauen, nur den Rücken) zeigt, hohle Kugeln aber, in deren Inneres man ſehen ſollte, wenig brauchbar ſind; ſo hat man zur Darſtellung vielmehr hohle „Kegel“ dienlich gefunden, welche ſich zugleich ſehr wohlfeil aus Pappe machen laſſen, und auf deren Innerfläche die Innerfläche der ſcheinbaren Himmelshohlkugel bequem dargeſtellt (abgezeichnet) werden kann.* Jede der beiden Halbkugeln des Himmels füllt die innere Fläche eines ſolchen Kegels dergeſtalt aus, daß der Pol in die Spitze, der Aequator in den Umkreis der Grundfläche fällt.

Dergleichen „Sternkegel“ zur Erleichterung des Studiums der Himmelswiſſenſchaft finde ich zuerſt von einem gewiſſen Zimmermann „Coniglobium nocturnale stelligerum.“ Hamburg. 1692; nach ihm hat ſie zum Schulgebrauche beſonders der bekannte Profeſſor Funk zu Leipzig: „Anweiſung zur Kenntniß der Geſtirne vermittelſt zweier Sternkegel.“

gehörigen Sterne ſieht. Die ſchwarzen Sterne und die hellbraunen Linien auf den Schwinck'ſchen Karten erzeugen einen Eindruck, der Dem, was das Auge ſieht und was die Erinnerung vergegenwärtigt, verglichen werden mag. Die Entwerfungsart der Schwinck'ſchen Karten iſt die ſtereographiſche, welche die Eigenſchaft hat, ſelbſt an den Rändern der Blätter keine Verzerrung des Bildes hervorzubringen. Das Kartennetz iſt mit bewunderungswürdiger Regelmäßigkeit und Schönheit gezeichnet; es hat für jeden zweiten Grad eine Linie, für jeden zehnten eine ſtärkere. In dieſes ſchöne, zum großen Vortheile des aſtronomiſchen Gebrauches der Karten gereichende Netz ſind die Sterne, mit ihm angemeſſener Genauigkeit, an den Oertern eingetragen, welche ſie im Jahre 1850 einnehmen werden. Kein Stern des Piazzi'ſchen Verzeichniſſes, inſofern er nicht kleiner als 7ter Größe iſt, fehlt auf den Karten; und die nicht in dieſem Verzeichniſſe, aber in den Harding'ſchen ſpeciellen Himmelskarten vorkommenden Sterne bis zu derſelben Größe, ſind gleichfalls auf ihnen verzeichnet. Die Schwinck'ſchen Karten enthalten alſo alle Sterne bis zur 7ten Größe, welche aus dieſen beiden Quellen geſchöpft werden konnten; ſie ſind im Ganzen als vollſtändig bis zu dieſer Grenze anzuſehen, wenn auch nicht angenommen werden kann, daß nicht noch hin und wieder ein Stern gefunden werden ſollte, der irrig zu einer höheren Größenklaſſe gezählt worden iſt, während er in die 7te gehört. Intereſſant iſt es, aus den Karten zu ſehen, wie nur die kleineren Sterne in gewiſſen Gegenden des Himmels ſich ſtark zuſammendrängen, während die helleren, bis zur 7ten Größe einſchließlich, nirgends einander ſo nahe ſind, daß ihre Darſtellung einen größeren Maßſtab der Karten wünſchen ließe. Als einen großen Vorzug der neuen Karten betrachte ich, daß ſie den ganzen, bei uns ſichtbar werdenden Theil des Himmels auf nicht mehr als fünf Blättern, von nicht unbequemer Größe (Höhe 16 Zoll und Breite 18 Zoll), abbilden. Die Uranographie von Bode enthält 20 Blätter von etwa 21 Zoll Höhe und 28 Zoll Breite, und leiſtet, trotz dieſer viel größeren Ausdehnung, doch bei weitem nicht ſo viel, und das, was ſie leiſtet, bei weitem nicht ſo vollkommen, als die fünf Schwinck'ſchen Blätter. Dieſe ſind daher ein ſehr werthvoller Beſitz für die Aſtronomen geworden. Dieſe Anzeige ihres Erſcheinens aber ſchreibe ich, um eine größere Anzahl von Leſern wiſſen zu laſſen, wie leicht ſie jetzt zu einer vortrefflichen und dem Zwecke gemäßen Abbildung des Himmels gelangen können.“

Königsberg. F. W. Beſſel.

* Man verfertiget ſie hinreichend weit und im Verhältniſſe zur Grundfläche nicht zu hoch, läßt auch wohl die Spitze offen. um gleich Licht genug zu haben. — Eine gewöhnliche Krämerdüte mit abgeſchnittener Spitze gewährt die ſchnellſte Vorſtellung.

Leipz. 1770. empfohlen. Jetzt ſind ſie wohl kaum mehr im Gebrauche; man kann die *Himmelskugeln* zu einem ſo wohlfeilen Preiſe kaufen, und der kleine Uebelſtand, daß uns auf deren Convexität die Sternbilder (z. B. *Perſeus*, *Orion*), wie geſagt, den *Rücken*, ſtatt in der Wirklichkeit (an der *Concavität*) das *Antlitz*, zukehren, wird durch die Einbildungskraft, wenn man ſich nur jede Halbkugel *hohl* und *durchſichtig* denkt, ſo leicht überwunden, daß der Globus den Vorzug erhalten hat.

Sternkenntniß, ſ. *Aſtrognoſie*, *Sternbilder* und *Sternkarten.*

Sternkunde, ſ. *Aſtronomie.*

Sternrohr, ſ. *Fernrohr.*

Sternſchnuppe, Stella cadens; *Étoile tombante.* Dieſes Meteor, welches bei ſeiner großen Häufigkeit von allen meinen Leſern ſelbſt beobachtet worden iſt, beſteht, wie Sie alſo wiſſen, in der Hauptſache darin, daß ein leuchtender, einem Sterne ähnlicher, zuweilen größer, zuweilen kleiner, oft nur wie ein Punct erſcheinender Körper gleichſam vom Himmel herabfällt und erlöſchend verſchwindet. Nicht immer erfolgt dieſes Fallen in der gewöhnlichen verticalen Richtung; viele Sternſchnuppen beſchreiben dabei eine krummlinige, gleich ihnen ſelbſt glänzende und erſt mit ihnen erlöſchende Bahn; wieder andere kommen in *ſchiefer* Richtung zur Erde, und von noch mehreren kann (vergl. unten) ein ſolches „Herabfallen zur Erde" *gar nicht* angenommen werden. Die Erſcheinung iſt früher zu den, der irdiſchen Atmoſphäre angehörigen „feurigen Meteoren" gerechnet, alſo ausſchließlich als *telluriſchen* Urſprunges betrachtet worden, und würde demgemäß nicht vor das allgemeine Forum der Aſtronomie, ſondern in die ſpecielle Meteorologie unſeres Planeten gehören. Allein die neueſten Beobachtungen haben dagegen höchſt wahrſcheinlich gemacht, daß zwiſchen Sternſchnuppen, gleichwie zwiſchen den ihnen verwandten, von mir in einem eigenen Artikel, welchen ich zu vergleichen bitte, behandelten *Feuerkugeln* ein großer Unterſchied beſtehe, und daß dieſe Meteoren wirklich nur theils *telluriſchen*, theils aber auch *kosmiſchen* Urſprunges ſind. Die *irdiſche* Atmoſphäre befreiet ſich von den in ihr aufgeſtiegenen fremdartigen Stoffen durch wäſſerige ſowohl, als durch *feurige* Niederſchläge; letztere ſind die „*telluriſchen*" Sternſchnuppen, Feuerkugeln u. ſ. w.: ſie fallen, wie der Regen, zurück zur Erde, von welcher ihre Materien in die Atmoſphäre empor geſtiegen ſind; und ihre Betrachtung gehört, wie geſagt, lediglich in die *Meteorologie unſeres Planeten.*

Ganz anders verhält es ſich dagegen rückſichtlich der *kosmiſchen* Meteore dieſer Art. Das ganze Univerſum, der ganze Aether iſt mit einer Materie geſchwängert, von welcher ich unter der Benennung „*Weltenſchöpfungsſtoff*" in einem eigenen Vortrage handeln werde, und deſſen erſte kleinſte Zuſammenballungen (Planeten-Elemente oder „Himmels-Infuſorien," wie ſich der Breslauer Aſtronom *Boguslawsky* darüber ausdrückt), mit feuriger Entwicklung ihres Uranfanges (ihrer *Verdichtung*), jene „*kosmiſchen Sternſchnuppen,*" Feuerkugeln u. ſ. w. abgeben, welche uns, als im Raume ſchwebend oder gar ſchon Bahnbewegung beſitzend, zwar als feurige *Welt-Meteore* nicht weniger zu Geſicht kommen können, aber ohne dabei, wie ich es eben vorn gleich bevorworte, wie die *telluriſchen* Sternſchnuppen, nun auch an ein Zurückfallen zur Erde, welcher ſie ja ihren Urſprung gar nicht verdanken, gebunden zu ſeyn. — Unter dieſem Geſichtspuncte ſind dergleichen Meteore, für welche man nun einmal den allgemeinen Namen der „Sternſchnuppen," „Feuerkugeln," admittirt hat, allerdings ein *aſtronomiſches* Phänomen; und unter demſelben habe ich den Vorgang näher zu verfolgen.

Bei dieſer Verfolgung wird unſere Aufmerkſamkeit aber ſogleich ganz beſonders durch den höchſt merkwürdigen, meinen Leſern gewiß auch zuerſt einfallenden Umſtand einer gewiſſen Periodicität der Erſcheinung erregt, nämlich durch das häufigere Vorkommen dieſer Meteore in den daher ſogenannten „*Sternſchnuppen-Nächten* * des (ungefähr) 11ten

* „*Nächten*"; denn bei *Tage*, wo dieſe

Auguſt und 12ten November, welches man ſeit einiger Zeit alljährlich beobachtet hat, und von welchem, mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, vorläufig auch ſchon im Art. Feuerkugeln die Rede geweſen iſt.

Das Factum ſelbſt zunächſt ſteht unzweifelhaft feſt: gerade in den bezeichneten Nächten ſind zuweilen ganz ungeheure Mengen ſolcher Meteore am Himmel geſehen worden; und namentlich unſer Humboldt („Reiſen." Deutſche Ueberſetzung. II. S. 278) bringt darüber aus eigener Anſicht Details bei, welche in das größte Erſtaunen verſetzen. Die Merkwürdigkeit dieſes meteoriſchen Vorganges wächst ſodann aber noch mehr dadurch, daß nach den Ermittlungen des Berliner Aſtronomen Encke der Hauptpunct der Erſcheinung am Himmel in der, gerade zu dieſen Zeiten von der Erde verfolgten Richtung in ihrer Bahn um die Sonne gelegen hat; und man iſt dadurch auf die Anſicht geführt worden, daß der Planet Erde bei ſeinem Jahreslaufe durch den Himmelsraum dann in ſolche Aether-Regionen eintrete, in welchen die Dispoſition zur Zuſammenballung des „Weltenſchöpfungsſtoffes," und alſo zur Formation der „kosmiſchen Sternſchnuppen" eben bedeutend vorherrſche. Dieſe Hypotheſe ſcheint aber auch wirklich Alles und ſelbſt die Modification ſehr glücklich zu erklären, daß der Vorgang (vergl. unten) nicht ſtets einen gleich auffallenden Charakter hat, indem man dieß danach nur von einem Ab- oder Zunehmen jener Dispoſition dependiren laſſen darf.

Unter einem, wenn auch in der Hauptſache nicht andern, doch noch weiteren und noch intereſſanteren Geſichtspuncte aber behandelt der Berliner Phyſiker Ermann dieſe Sache, indem er die in Rede ſtehende Sternſchnuppen-Periode mit dem gleich periodiſchen, gewöhnlichen Kälte-Eintritte um den 11ten, 12ten und 13ten Mai (den Tagen der ſogenannten „ſtrengen Herren") in Verbindung bringt; und ich hoffe, die Leſer zu verpflichten, wenn ich dasjenige hier beibringe, was ich in öffentlichen Blättern des Jahres 1845 darüber vorfinde.

„Es wird gewiß manchem Leſer noch erinnerlich ſeyn," heißt es aber daſelbſt, „daß Prof. A. Erman vor etwa 6 Jahren ſowohl die durch meteorologiſche Journale völlig beſtätigte Temperatur-Erniedrigung am 11., 12. und 13. Mai (den ſogenannten ſtrengen Herren, Mamertus, Pankratius und Servatius), als auch eine gleiche Eigenſchaft des 5., 6. und 7. Februar dadurch erklärte, daß an eben jenen Tagen diejenigen Körper zwiſchen der Sonne und Erde hindurchgehen, welche wir reſpective am 12. November und am 11. Auguſt als Sternſchnuppen von ungewöhnlichem Glanze und Häufigkeit zu ſehen pflegen. Er forderte ſchon damals auf: an den genannten kalten Tagen die Sonne fleißig mit Fernröhren zu beobachten, in der Ausſicht, daß die vor derſelben vorübergehenden dunklen Körper, welche der Erde Wärmeſtrahlen entziehen, ſich auch dem Auge zeigen würden. Dieſe Vorherſagung iſt nun in dieſem Jahre aufs genaueſte in Erfüllung gegangen, und es hat ſomit auch eben jene kosmiſche Erklärung der Maikälte die kräftigſte Beſtätigung gefunden. Es freut uns, über die ſchon früher in dieſen Blättern erwähnte Beobachtung, welche hierzu geführt hat, nunmehr den vollſtändigeren Bericht geben zu können, welchen ein deutſcher Aſtronom, Hr. F. Peters, der ſich jetzt in Sicilien befindet, an Hrn. Erman brieflich mittheilte:

Catania, 1845. Auguſt 22.

„Eine Sie perſönlich gewiß ſehr intereſſirende Beobachtung habe ich das Vergnügen Ihnen mitzutheilen. Der Ausſpruch, den Sie (Aſtr. Nachr. Nro. 385. p. 15.) im Auguſt 1839 über den aufſteigenden Knoten der Auguſt-Sternſchnuppen machten: „es ſcheint nicht ganz unmöglich, daß ſich der jedenfalls zwiſchen Febr. 5,5 und Febr. 7,5 ſtattfindende Durchgang der Sternſchnuppen zwiſchen der Sonne und der Erde, ſogar dereinſt durch irgend eine Wahrnehmung an der Sonnenſcheibe ſelbſt, entdecken laſſe," — und für den Sie (Aſtr. Nachr. Nro. 390) durch die anomal erkälteten Tage im Februar, und um den 12. Mai ein neues Argu-

kosmiſchen Sternſchnuppen denn unſtreitig nicht weniger häufig vorkommen, ſieht man ſie nur nicht.

ment bekannt machten, hat ſich, rückſichtlich des Novemberſtromes, im Mai d. J. aufs vollkommenſte beſtätigt. Ich theile Ihnen mit, was ich von Capocci theils aus Briefen, theils aus einem Artikel deſſelben in der Neapolitaniſchen Zeitung vom 17. Mai darüber erfahren. Die Sonne hatte ſeit Anfang dieſes Jahres ſehr ausgezeichnete Flecken gezeigt; während meines Aufenthalts in Neapel maß ich dieſelben, 3 Monate lang, ſo oft die Witterung es erlaubte, und bat bei meiner Abreiſe, im Anfang Mai, Hrn. Director Capocci, dieſe Meſſungen fortſetzen zu laſſen. Einer der Alumnen, Herr Degasparis, eben damit beſchäftigt, benachrichtigte am 11. Mai um 9 Uhr 30 M. den Dir. Capocci, daß er über die Sonnenſcheibe einen großen runden Körper habe paſſiren ſehen, ungefähr halb ſo groß als Mercur. Glaubend, daß dieſe Erſcheinung von einer Ermüdung des Auges hergerührt habe, und um das Sonnenbild bequemer beobachten zu können, wurde dieſes nun von Capocci, nach Beiſeitelegung des Blendglaſes, auf einem weißen Papier aufgefangen. Während deſſen erſchien ein kleiner dunkler Körper von ungefähr 3'' bis 4'' Durchmeſſer, welcher mit gradliniger Bewegung und mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit das Sonnenbild ſchief durchlief und verſchwand. Nach dieſer ungewöhnlichen Erſcheinung nun aufmerkſamer das Bild betrachtend, zeigte ſich plötzlich eine große Zahl von Kügelchen, ähnlich dem erſten. Alle hatten eine kreisförmige Figur, wohl begrenzt, ſehr ſchwarz in der Mitte. Ihr Durchmeſſer variirte zwiſchen 1'' und 5'' oder 6''*. Sie durchliefen die Sonne mit verſchiedener Geſchwindigkeit; einige brauchten einen Bruchtheil einer Secunde, andere 1'', 2'', 3'' bis zu 7''5. Alle hatten eine geradlinige und im Allgemeinen parallele Bewegung; aber die Richtung dieſer Bewegung variirte von Zeit zu Zeit, und wurde ſelbſt entgegengeſetzt von der erſten; dieſe Richtung hatte nichts gemein mit der Bewegung der Wolken, welche vor der Sonne vorüberzogen, noch mit der Verticalen, inſofern nämlich die Körperchen ſich häufig gegen den Wind und von unten nach oben bewegten. Außerdem nahmen einige an der allgemeinen Bewegung nicht Theil, und durchſchnitten dieſelbe unter allen möglichen Winkeln. — Zur Zeit des ſtärkſten Affluxes dieſer Kügelchen wurden in 10', nämlich von 10 h 37' bis 47' 102 gezählt; es erſchienen aber niemals mehr als 4 oder 5 auf Einmal vor der Sonne. Dieſe Beobachtungen hatten, außer den Genannten, zu Zeugen noch den Dr. Demartino und den Aſſiſtenten del Re, welcher um 11 h hinzu kam, als die Zahl der Körperchen jedoch ſchon bedeutend abgenommen hatte. Zum Erſatz derſelben bot ſich aber ein anderes Phänomen dar. Schon einige Zeit hatte es geſchienen, als ob vor der Sonne ein Schatten oder etwas Aehnliches vorbeipaſſirte, aber etwas viel Größeres. Endlich dachte Capocci, die Ocularröhre etwas herauszuziehen, um zu ſehen, ob man dadurch dem fliehenden Schatten etwas mehr Präciſion geben könne. Und in der That, nachdem der Focus um 1 bis 2 Centimeter verlängert worden, ſahe man verſchiedene Körper mit einem ſehr beſtimmten Umriß vorüberziehn, welche offenbar derſelben Art ſchienen mit jenen früheren, jedoch mit folgenden Abänderungen, welche übrigens vollkommen mit der größern Nähe übereinſtimmen. Ihr Durchmeſſer war ungefähr 10 Mal größer, einige hatten ſogar einen Durchmeſſer von 2' bis 3'. Ihr Vorübergang vor

* Unter dem Titel: Ueber einige Thatſachen (Temperatur-Verminderungen und Sonnenverdunklungen), welche wahrſcheinlich machen, daß die Aſteroïden der Auguſtperiode ſich im Februar, und die der Novemberperiode im Mai eines jeden Jahrs zwiſchen der Sonne und der Erde befinden. Von A. Erman. (December 1839). — Der Schluß dieſes Aufſatzes lautet: „Der Verfaſſer iſt natürlich auf manchen Zweifel über den hier ausgeſprochenen Satz gefaßt, zugleich aber entſchädigt durch die Hoffnung, daß man ſchon in den nächſten Jahren um den 6. Februar und um den 12. Mai mit Photometern und Fernröhren viele Beobachtungen zur Prüfung deſſelben anſtellen werde.“

der Sonne war weit ſchneller, zuweilen augenblicklich, wie der einer Sternſchnuppe. Aber es waren auch einige, welche 2″ bis 3″ lang ſichtbar blieben, und welche daher mit Muße ihre Form betrachten ließen. Obgleich kugelförmig wie jene andern kleinern, boten dieſe ſehr merkliche unregelmäßige Protuberanzen dar. Noch wurde bemerkt, daß, wenn die Bewegung dieſer Körper, ſowohl der kleinen als der großen, langſam und krummlinig ward, oder auch gebrochen, dieſes nur ſich ereignete, wenn mehrere zugleich neben einander erſchienen, gleichſam als ob eine gegenſeitige Störung ſtattfand. Um 10 h 30 m wurde ein Körper bemerkt, der offenbar doppelt ſchien; nachdem derſelbe ungefähr 2/3 des erleuchteten Feldes mit einer merklich gradlinigen Bewegung von Oſten nach Weſten durchlaufen hatte, änderte er plötzlich ſeinen Weg und trat in einer Curve wenigſtens 60° gegen ſeine erſte Bahn geneigt aus. — In den Nachmittagsſtunden erlaubten die Wolken zu verſchiedenen Malen, die Sonne zu beobachten; der Vorübergang der Körperchen fuhr fort, aber ihre Anzahl hatte bedeutend abgenommen; man zählte kaum 10 in 10 Minuten. — Der folgende Tag, 12. Mai, war neblig, und nur nach 11 h war es verſtattet, die Sonne zu ſehen. In 3/4 Stunden wurden etwa 20 Kügelchen gezählt. Eine halbe Stunde nach Mittag zählte man 18 in 11′. Darauf bedeckten die Wolken Alles. — Am 13. Mai konnte die Sonne ungeachtet der ſchlechten Witterung mehrmals beobachtet werden; ſie ward immer von Kügelchen durchzogen, deren mittlere Anzahl 8 in 10′ betrug; aber um 11 h 35′ zählte man 55 in der kurzen Zeit von 5 Minuten; darnach wurden ſie ſehr ſelten. — Der 14. Mai war regnigt; bloß Abends, eine Stunde vor ihrem Untergang, zeigte ſich die Sonne, aber durchaus ohne Kügelchen. — Am 15. Mai und folgenden Tagen zeigte ſich nichts mehr, und das Phänomen ſchien beendet zu ſeyn. — — Ich habe Ihnen hier faſt wörtlich Capocci's Mittheilungen gegeben, und bemerke nur noch, daß die Fernröhre gewechſelt wurden, und daß die Anzahl der Beobachter keinen Zweifel an der Exiſtenz des ſo deutlichen Phänomens übrig läßt. — Die von Ihnen angegebenen Tage ſind gerade der 11—13. Mai, und alle Erſcheinungen zeigen ſo deutlich die Sternſchnuppen vor der Sonne, daß ich die größte Freude habe, Ihnen dieſes mittheilen zu können, und Ihnen zu dieſer Beſtätigung Glück zu wünſchen! Am 5.—7. Februar werde ich nicht unterlaſſen, aufmerkſam die Sonne zu betrachten, obgleich es wahrſcheinlich iſt, daß das Phänomen nicht unter allen Umſtänden ſich zeigt.“ —

Ich will dieſen Erman'ſchen Anſichten von dem uns hier beſchäftigenden Sternſchnuppen-Phänomen nur noch hinzufügen, daß der verewigte Königsberger Aſtronom Beſſel, mit welchem ich mündlich über den Gegenſtand habe verkehren können, ziemlich derſelben Anſicht war. Gleichwohl wage ich, von dem bis jetzt erſtiegenen Standpuncte aus, nicht, ſie weiter zu verfolgen. Die letztjährigen „Sternſchnuppen-Nächte“ ſcheinen, vielleicht aus den deßwegen ſchon oben mit Verweiſung hierher angedeuteten Gründen, nicht den nämlichen auffallenden Charakter gehabt zu haben; wenigſtens ſind meine eigenen Beobachtungen ſehr unbefriedigend ausgefallen; — und ich beſchränke mich alſo für jetzt noch beſcheiden auf das Angeführte, indem ich ſchließlich den, im alſo verwandten Vortrage über Feuerkugeln namhaft gemachten bezüglichen Werken nur noch die anderweite literariſche Notiz hinzufüge, daß der vom Heidelberger Phyſiker Muncke für die zweite Auflage von Gehler's „Phyſikal. Wrtrb.“ (Lpz. 1836 flgd.) gearbeitete Artikel „Sternſchnuppen“ manche intereſſante, für meinen Zweck jedoch zu weitläuftige weitere Anführungen über das „Sternſchnuppen“-Phänomen enthält.

Sternſtunde,
Sterntag, } ſ. Sternzeit.

Sternverzeichniſſe, ſ. Fixſternverzeichniſſe.

Sternwarte; Observatorium, Specula astronomica; *Observatoire.* Ein zu aſtronomiſchen Beobachtungen paßlich eingerichtetes, mit den erforderlichen dießfallſigen Inſtrumenten (vergl. d. A.) ausgerüſtetes Gebäude. Dergleichen Sternwarten, und zwar zunächſt auf Koſten

der Gouvernements unterhaltene Staats-Sternwarten beſitzen jetzt alle Hauptſtädte nicht nur Europa's, ſondern meiſtens auch der außereuropäiſchen Welttheile *; und daneben beſtehen zahlloſe Privat-Sternwarten, deren Zahl ſich, mit der wachſenden Liebe zur edelſten und erhabenſten aller Wiſſenſchaften, noch alltäglich vermehrt. Auf ihre Einzelnennung, Beſchreibung und Geſchichte einzugehen, iſt daher, wenn ich nicht die nothwendigſten Grenzen meines Werkes überſchreiten will, abgeſehen von der Unnützlichkeit, da in der Hauptſache doch eine Sternwarte der andern gleicht, ganz unmöglich; man findet die betreffenden neueren Notizen in des verdienſtvollen Leipziger Aſtronomen Jahn „Geſchichte der Aſtronomie des 19ten Jahrhunderts." Leipz. 1844. 2 Thle. gr. 8. II. 215 flg., gleichwie das Aeltere beim Lalande „Astronomie." Vorrede, XXXIV. flgd. Ich muß mich begnügen, aus letzterem Werke Einiges über die alte Sternwarte zu Pekin, aus erſterem aber über die neueſte „Rieſen-Sternwarte" zu Pulkowa, unfern Petersburg, beizubringen.

„Es gab zu Pekin," führt aber Lalande l. c. an, „ſchon vor Jahrhunderten ein auf den Mauern der Stadt erbauetes, dieſelben um 12 Fuß überragendes Obſervatorium. Der Jeſuit P. Verbieſt, damaliger Präſident des „Tribunals der mathematiſchen Wiſſenſchaften" zu Pekin, erhielt vom Kaiſer Cam-hy die Erlaubniß, dieß Obſervatorium mit neuen Inſtrumenten verſehen zu dürfen, worüber er ſpäter ein eigenes Schriftchen: „Astronomia Europaea sub Imperatore Tartaro-Sinico Cam-hy." Dilingae. 1687. 4. hat erſcheinen laſſen. Auf dieſer Sternwarte ſind eine Menge der nützlichſten Beobachtungen gemacht worden; und der (uns aus dem Artikel Durchgang, S. 241, bekannte) P. Hell hat eine Reihe derſelben (1717—1752) in einem beſondern, 1768 zu Wien herausgegebenen Werke discutirt" (den heutigen Zuſtand dieſer Sternwarte kenne ich nicht).

Nur ſoweit Pekin; — über Pulkowa dagegen bin ich, mit der bevorworteten Beziehung auf Jahn, nach dem mir ebenfalls mitgetheilten Berichte eines Augenzeugen, etwas ausführlicher.

„Wiewohl das großartige und in ſeiner Art einzige wiſſenſchaftliche Inſtitut der Sternwarte zu Pulkowa," ſchreibt aber dieſer Augenzeuge, „ſchon vielfach in öffentlichen Blättern beſprochen worden iſt, ſo hat doch den Verfaſſer ein Beſuch dieſer Sternwarte im September d. J. ſo viel des Neuen und Intereſſanten kennen gelehrt, daß er es für keine vergebliche Arbeit erachten kann, ſie einigermaßen ausführlich zu beſchreiben. Von Petersburg kommend und auf der breiten weißruſſiſchen Landſtraße gerade nach Süden ſich richtend, gewahrt man bald den etwa 180 Fuß ſich erhebenden Berg von Pulkowa, auf deſſen oberer Fläche dieſe aſtronomiſche Kolonie gegründet iſt. Die Straße führt in vollkommen gerader Linie $2\frac{1}{2}$ Meile weit bis an den Fuß des Berges, wo ſie, links durch das Dorf Pulkowa abbiegend, den Berg umgeht. Genau in der verlängerten Richtung der Straße liegt nun das Hauptportal der Sternwarte, und in Zukunft wird die Straße gerade hinaufführen, während man jetzt vom Dorfe aus auf einer Seitenallee die Warte erreicht. Der ganze Berg iſt eine Kaiſerliche Domaine und war früher Bauern in Pacht gegeben, die kleine Landhäuſer und Obſtgärten darauf angelegt hatten und ſie als Sommerwohnungen vermietheten. Dieſe ſind verſchwunden; nur ein kleiner, von Peter dem Großen gepflanzter Eichenhain iſt zur Seite der Sternwarte ſtehen geblieben. Breite, aus ſechseckigen Stücken zuſammengefügte Holzbahnen, wie die Kaiſerſtadt ſie in vielen ihren Hauptſtraßen aufweiſt, umgeben das Gebäude. Ueber dem nach Norden gerichteten Haupteingange lieſt man allein die Jahrzahl der Vollendung; außerdem findet ſich weder hier, noch ſonſt irgendwo eine Inſchrift. Die prachtvolle Rotunde, in welche man zunächſt eintritt, enthält in ihrem Mittelpfeiler, von äußeren Tem-

* Selbſt zu Paramatta auf Neuſüdwales beſteht eine Sternwarte, an welcher (vergl. Kometen, S. 955) der treffliche Hamburger Aſtronom Rümker eine Zeit lang thätig geweſen iſt; und auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung hat Herſchel (der Sohn) eine ſolche eingerichtet.

peratur-Einflüſſen faſt ganz iſolirt, die Hauptuhr der Sternwarte, mit welcher alle übrigen täglich verglichen werden. Ferner befinden ſich hier ein Normalbarometer und einige kleinere portative Inſtrumente, und im Umgange der Rotunde die Bildniſſe mehrerer Aſtronomen und Mechaniker, unter denen namentlich Copernikus ein Bild von hohem Kunſtwerthe iſt. Rechts und links ſtoßen hieran zwei Säle, in denen die Meridian-Inſtrumente ſtehen. Alles iſt höchſt geräumig; und auf möglichſte Ausgleichung der Temperatur iſt aufs Aeußerſte Bedacht genommen. In einem dieſer Säle befindet ſich der Meridiankreis; in dem andern ein Verticalkreis und ein Paſſagen-Inſtrument;* an erſterem beobachtet Dr. Sabler, an den beiden andern Dr. Peters. Inſtrumente von ſo hoher künſtleriſcher Vollendung und ſolcher Zweckmäßigkeit aller einzelnen Theile erinnert ſich der Verf. nirgends geſehen zu haben; natürlich, daß ihre Aufſtellung und Prüfung einer ungewöhnlichen Sorgfalt bedurfte. Von ganz eigenthümlicher Conſtruction aber iſt das Paſſagen-Inſtrument im erſten Vertical,** für welches ein beſonderer Ausbau nach Süden beſtimmt iſt. Die Axe ruht auf einem ſtarken, in der Mitte von oben herab dreieckig ausgehöhltem Pfeiler; das Fernrohr befindet ſich ſeitwärts an einem Ende der Axe; am andern ein gleich ſchweres Gegengewicht. Das Niveau bleibt in allen Lagen des Inſtruments und ſelbſt während der Umwendung feſt auf der Axe, was ſich als ungemein vortheilhaft bewährt hat. Dieſes Inſtrument hat ſich Struve ſelbſt vorbehalten, um vermittelſt deſſelben, durch Beobachtung von Sternen, die nahe dem Zenith von Pulkowa culminiren, die Aberrations- und Nutationsconſtante, nebſt andern in der Aſtronomie wichtigen Beſtimmungen, mit einer bei weitem größern Genauigkeit, als bisher möglich war, zu erhalten. Unter günſtigen atmoſphäriſchen Umſtänden beträgt der wahrſcheinliche Fehler einer vollſtändigen Beobachtung nur 0,″05; und ſchon die wenigen Proben, welche bis jetzt mitgetheilt worden ſind, haben uns eine Vergrößerung der bisher angenommenen Aberrationsconſtante (20″,25)* um etwa 1/4 Secunde als nothwendig kennen gelehrt. Wenn durch fortgeſetzte Beobachtungen an dieſem Inſtrument die Aberration, bis auf das Hunderttheil einer Secunde ſicher, ermittelt ſeyn wird, ſo wird ſich auch die Frage, ob allen Fixſternen die gleiche Geſchwindigkeit des Lichts zukomme, genauer als bisher beantworten laſſen. Für die parallactiſch aufgeſtellten Inſtrumente, die zur Erforſchung aller Himmelsgegenden beſtimmt ſind, erheben ſich drei Kuppelthürme von Holz auf maſſivem Unterbau. Oeffnung und Verſchluß, ſo wie die Bewegung derſelben, geſchehen faſt ganz durch dieſelben Vorrichtungen, wie in Berlin. Der mittlere Thurm von 32 F. Durchmeſſer trägt den größten aller bis jetzt verfertigten Refractoren. Im Innern läuft oben eine Gallerie herum, ſo daß man zum Objectiv gelangen kann, ohne es herabzubiegen. Dieſes 14 Pariſer Zoll im Durchmeſſer haltende Objectiv geſtattet ſelbſt bei Gegenſtänden, die ſonſt ſtarken Vergrößerungen nicht günſtig ſind, wie der Mond, noch die Anwendung einer 1000maligen. Das Inſtrument ruht nicht, wie in Berlin und Dorpat, auf einem Balkenwerk, ſondern auf einem 300 Pud wiegenden Monolithen, den das Gewölbe der Rotunde zu tragen hat. Dadurch iſt der Vortheil erreicht, daß man in jeder noch ſo kleinen Zenithdiſtanz bequem beobachten kann, während z. B. in Dorpat 35° Zenithdiſtanz ſchon eine ſehr unbequeme Beobachtung geben, und bei weniger als 30° die Beobachtung ſo gut wie unmöglich iſt. Eine höchſt einfache Vorrichtung, die aber für die Praxis von großer Wichtigkeit iſt, gewährt dem Beobachter, ohne ſeinen Platz am Ocular zu verlaſſen, die Möglichkeit, das Uhrwerk

* Ueber alle dieſe aſtronomiſchen Inſtrumente handeln eigene gleichnamige Artikel unſeres Werkes, welche ich zu vergleichen bitte.

** Von dieſem Paſſage-Inſtrumente im erſten (durch den wahren Morgen- und Abendpunct gehenden) Scheitelkreiſe, vergl. d. A., iſt ſchon in Paſſage-Inſtrument, S. 271, die Rede geweſen.

* Vgl. Abirrung des Lichtes, S. 19.

augenblicklich anzuhalten und wieder wirken zu laſſen. Die beiden kleineren Thürme in SO. und SW. des Hauptthurmes ſind, beſtimmt, ein Heliometer und ein Plößlſches dialitiſches* Fernrohr aufzunehmen. Erſteres iſt ſchon vor 2 Jahren aufgeſtellt, mußte aber einiger Mängel wegen abgenommen und abermals aufgeſtellt werden. Beobachtungen ſind noch nicht damit angeſtellt worden. Der zweite dieſer Thürme ſteht zur Zeit noch leer, da Plößl's anhaltende Kränklichkeit ihm noch nicht geſtattet hat, der ſchon 1834 gemachten Beſtellung zu genügen. Der mittlere Theil des ganzen Gebäudes (die eigentliche Sternwarte) enthält außer dieſen Räumen nur noch einige Arbeitszimmer und Lokale für die Bibliothek u. dgl., denn ſämmtliche Wohnungsgelaſſe ſind in die beiden Flügel vertheilt, jedoch ſo mit dem mittleren Theile verbunden, daß jeder Beobachter aus ſeinem Wohnzimmer an ſein Inſtrument gelangt, ohne aus dem Hauſe treten zu müſſen. Die Wirthſchafts- und Stallungsgebäude nehmen die äußerſten Theile zu beiden Seiten ein. Noch befinden ſich ſymmetriſch um das Hauptgebäude vier abgeſonderte kleine Thürme, deren jeder einen Theodoliten oder anderes kleines Inſtrument enthält, die zur Uebung für angehende Aſtronomen beſtimmt ſind. Während der Anweſenheit des Ref. wurde in allen 4 Thürmen gearbeitet. In 600 Fuß Entfernung nach Norden und Süden vom Meridiankreiſe aus waren zwei Häuſer im Bau begriffen, die jedes einer mire méridienne** zum Schutze dienen ſollten. Dieſe Marken (Metallplatten mit kreisförmigen Oeffnungen von etwa 1 Linie Durchmeſſer) ruhen auf großen granitnen Monolithen, die früher für das Paſſagen-Inſtrument beſtimmt waren, ſich hier aber nicht hinreichend bewährten, weßhalb Backſtein Pfeiler an ihre Stellen getreten ſind. Um die kleine Oeffnung nun hinreichend ſcharf zu ſehen, waren zwei Objective von 600 Fuß Brennweite aus dem Münchener Atelier angelangt, die ſo eben im Saale aufgeſtellt wurden. Es iſt gewiß eine höchſt erfreuliche Erſcheinung, daß ein hochgeſinnter und die Wiſſenſchaften aufs eifrigſte befördernder Monarch der Aſtronomie einen Tempel gegründet hat, wie noch kein Land, kein Zeitalter ihn errichtete, und man iſt zu der Erwartung berechtigt, daß von hier aus Fragen ihre Löſung erhalten werden, die ſonſt noch Jahrhunderte lang unbeantwortet geblieben wären. Gleichwohl drängt ſich unwillkürlich die Frage auf: war Pulkowa, war der ſechzigſte Breitengrad, war das Nebelklima des ingermannländiſchen Littorals der Ort, wohin eine ſo großartige Anſtalt gehörte? und boten ſich nicht in der Umgegend des ſchwarzen Meeres andre, der wiſſenſchaftlichen Kultur bereits zugänglich gemachte Lokalitäten dar? So gewiß man es wünſchen muß, daß Himmelsbeobachtungen in möglichſt vielen und verſchiedenen Erdgegenden, namentlich unter den verſchiedenſten Breiten, fortwährend angeſtellt werden; ſo gewiß es einzelne Aufgaben gibt, die faſt ausſchließlich nur in höheren Breiten gelöst werden können, ſo wäre es für die Haupt- und Central-Sternwarte Rußlands, die für alle aſtronomiſche Aufgaben mit den erforderlichen inſtrumentalen Hülfsmitteln und Arbeitskräften aufs reichlichſte verſehen iſt, doch wünſchenswerth geweſen, daß ſie auch durch ihre Lage die Möglichkeit gewährt hätte, ſich allen Hauptaufgaben zu widmen. Pulkowa kann keinen der Planeten durch alle Oppoſitionen, und wohl nur ſelten einen Kometen den größten Theil ſeines der Erde ſichtbaren Laufes hindurch mit Erfolg beobachten. Die Culminationen der Sonne im tiefen Winter, ſo wie faſt ein Drittel der Mond-Culminationen geben, ganz abgeſehen vom Klima, für Pulkowa verloren; der faſt gänzliche Ausfall der Sommernächte (ſchon in Dorpat kann man in der zweiten Junihälfte ohne Schwierigkeit um Mitternacht beim Dämmerſcheine leſen) iſt gleichfalls nachtheilig für Beobachtungen, welche eine möglichſt ununterbrochene Fort-

* S. Achromatiſch, S. 37.

** „Mire méridienne," Meridianzeichen. Man ſtellt für die im Meridian angebrachten Inſtrumente in angemeſſenen Entfernungen, ſüd- und nordwärts, „Zeichen," z. B. Säulen, auf, nach denen man viſiren, und mit deren Hülfe man alſo die Richtung des Fernrohres wieder herſtellen kann, wenn es ſich davon entfernt haben ſollte.

ſetzung erfordern. So wird Pulkowa, auch bei dem größten Eifer ſeiner Aſtronomen, dennoch genöthigt ſeyn, viele Hauptaufgaben der Aſtronomie andern, weit minder gut ausgerüſteten Warten zu überlaſſen; und wenn irgend einmal an einem zwiſchen 30° und 45°, höchſtens 50° der Breite eine Warte mit gleicher Munificenz errichtet werden ſollte, ſo wird Pulkowa aufhören, die erſte zu ſeyn. Was hätte nicht z. B. ein Wisniewsky, der in Neu-Tſcherkask mit einem 3½füßigen Fernrohr, zum Erſtaunen von ganz Europa, den Kometen von 1811 in 90 Mill. Meilen Entfernung wiederfand, unter dieſem herrlichen Klima mit Pulkowa's Inſtrumente geleiſtet! Indeß wollen wir billig anerkennen, daß andere wichtige Gründe vorlagen, die Sternwarte der Akademie in der Nähe der Akademie ſelbſt, nicht Tauſende von Werſten entfernt zu legen. Wo ſo Vieles geſchehen, ſo große Opfer gebracht ſind, da geziemt ſich dankbare Anerkennung und Bewunderung. Was auch in der Zukunft an anderen Orten Großes gegründet werden möge, der Ruhm wird Pulkowa bleiben, das erſte thatſächliche Beiſpiel einer Sternwarte, welche allen, auch den ſtrengſten Anforderungen der neueren Aſtronomie vollkommen entſpricht, dargeboten zu haben. Stets wird ſie die Muſterſternwarte bleiben, denn noch nie iſt Alles nach Einem feſten Prinzip ſo durchgeführt worden, als hier. Nichts iſt überflüſſiges Nebenwerk, nichts dient der bloßen Zierde, ſondern alles einem gemeinſamen großen Zweck in höchſter Vollendung. Noch haben die Arbeiten der Aſtronomen, wie der Bericht des Miniſters der Volksaufklärung es ausdrückt, die Mauern der Sternwarte nicht überſchritten. Wichtige Vorarbeiten nahmen die Zeit bisher noch größtentheils in Anſpruch, und nur wenige Proben ſind theils in den „Aſtronomiſchen Nachrichten,“ theils in den Memoiren der Petersburger Akademie mitgetheilt. Eine der erſten Veröffentlichungen wird demnächſt eine detaillirte Beſchreibung und Zeichnung aller Inſtrumente ſeyn, an welcher jetzt ein geſchickter Künſtler arbeitet, und nach welcher ein Sachverſtändiger ſie vollſtändig nachbilden kann. Nur Deutſche Künſtler ſind es ausſchließlich, von denen die hieſigen Inſtrumente herrühren; nur Deutſche Aſtronomen, dem Geburtslande oder der Abſtammung nach, arbeiten in Pulkowa;* aber Rußlands Monarch iſt es, der dies alles ins Leben gerufen hat und fortwährend auf das freigebigſte erhält. Wir ſchließen mit den Worten des Miniſters v. Uwarow, der während der Anweſenheit des Referenten die Sternwarte beſuchte, und an die Verſammelten, worunter mehrere Ausländer, die Frage richtete: „Nicht wahr, meine Herren, für ein Barbarenland iſt das gar nicht übel?“ —

Auf dieſe Schilderung des neuen „Obſervatoriums“ zu Pulkowa aber kann ich mich, bevorworteter maßen, hier um ſo mehr beſchränken, als daſſelbe, wie geſagt, dasjenige iſt, welches den meiſten Luxus der Einrichtung entwickelt. Ich verwahre mich jedoch, das darüber Geſagte unter einem andern Geſichtspuncte, als dem einer bloßen Skizze betrachtet wiſſen zu wollen; eine in das Einzelne eingehende, wirklich techniſche Beſchreibung dieſer großartigen Anlage haben wir, wie ich erfahre, vielmehr erſt in einiger Zeit von dem jetzigen würdigen Director derſelben, Geheimen Rath Struve Excellenz, zu erwarten, und darauf verweiſe ich denn Leſer, welche ein Recht beſitzen, mehr, als mein Werk in ſeinen Grenzen hat geben können, zu verlangen, und beſchließe mit dieſer Andeutung den gegenwärtigen Artikel über „Sternwarten.“

Sternzeit, Zeit der erſten Bewegung;** Tempus primi mobilis; *Temps sidéral* (ou mesuré par la révolution des étoiles). Die durch den (ſcheinbaren) täglichen Umlauf der Fixſterne, oder

* Struve, Vater und Sohn, Fuß, Sabler, Peters. Noch fungiren hier Inſpector Roſenkranz und Mechanikus Pohrt; die geſammte Einwohnerſchaft der Sternwarte, mit Einſchluß des dienenden Perſonals und eines Militairkommando's von 8 Mann, beläuft ſich auf 70 Perſonen.

** Ich bevorworte, auf den feinen Unterſchied zwiſchen „Sternzeit“ und „Zeit der erſten Bewegung“ gleich unten zu kommen.

durch die (wirkliche) tägliche Axendrehung der Erdkugel abgemeſſene Zeitdauer mit ihren Eintheilungen.

Wenn man vermittelſt eines Uhrwerks von vollkommen gleichförmiger Bewegung* die Zeit zwiſchen zwei ſucceſſiven Culminationen eines Fixſterns mißt, ſo findet man dieſelbe ſtets eben ſo groß, als die Zeit zwiſchen jedem andern Paare von Culminationen deſſelben oder auch jeden andern Fixſterns. Dieſe Zeit iſt nämlich (mit Rückſicht auf die Unendlichkeit der Entfernung der Fixſterne)** zugleich der Zeitraum der Axendrehung des Erdkörpers, von welcher die Theorie lehrt, daß ſie mit vollkommener Gleichförmigkeit erfolgen, und daß ihre Dauer daher, der Natur des Vorganges gemäß, durchaus unveränderlich ſeyn muß.* Die Beobachtung, man mag ſie, um den in der Note angedeuteten Zweifel zu beſeitigen, ſo oft und unter welchen veränderten Bedingungen man immer will, anſtellen, beſtätiget dieſen Umſtand; und man kann die Unveränderlichkeit des Sterntages (die gänzliche Gleichförmigkeit der Axendrehung der Erde) alſo auf den bloßen Grund der Induction, auch ohne analytiſchen Beweis ganz in dem nämlichen Maße für ſicher geſtellt anſehen, als die meiſten unſerer andern ſogenannten Wahrheiten, an denen zu zweifeln, keinem vernünftigen Menſchen einfällt, obſchon man in große Verlegenheit kommen könnte, wenn man einen directen und unumſtößlichen, ſtreng wiſſenſchaftlichen Beweis dafür geben ſollte.** — Dieſen alſo ſtets unveränderlichen Sterntag hiernächſt theilt man in 24 Sternſtunden, jede ſolche Sternſtunde in 60 Minuten Sternzeit u. ſ. w.

Da ferner die Axendrehung der Erde, angegebenermaßen, auch mit vollkommener Gleichförmigkeit geſchieht (d. h. da ſich nicht bloß die ganzen Tage, ſondern auch die allangenblicklichen Geſchwindigkeiten einander gleich finden),

* Man könnte mir die Unmöglichkeit abſoluter Erfüllung dieſer Forderung einwenden; die Wiederholung des Verſuches mit den verſchiedenſten Inſtrumenten und unter den verſchiedenſten Umſtänden leiſtet (vergl. die Folge) ganz das Nämliche.

** Die „Unendlichkeit der Entfernung der Fixſterne" bedingt nämlich den vollkommenen Parallelismus der aus den verſchiedenſten Puncten der Erdbahn nach einem ſolchen Sterne gedachten Viſionsradien, ohne welchen Parallelismus, wie man mit einigem Nachdenken einſieht, der Sterntag unmöglich der Axendrehung der während der Rotation zugleich progreſſiv in der Bahn fortrückenden Erde gleich ſeyn könnte. In jenem Parallelismus aber bringt, wie man ſich ebenfalls bald vorſtellig macht, ſodann nur die Abirrung des Lichtes (vergl. d. Art.) eine Abweichung hervor, welche indeß viel zu unbedeutend iſt, um auf die hier in Rede ſtehende „Unveränderlichkeit des Sterntages" irgend einen bemerkbaren Einfluß auszuüben. — Wollte man jedoch gegen dieſe Unveränderlichkeit des Sterntages auch noch die Drehung der Rotationsaxe um die Axe der Ekliptik (ſ. Vorrücken der Nachtgleichen) einwenden, ſo ermeſſe man, daß eine eintretende Veränderung in der Richtung der Rotationsaxe keine Veränderung in der Bewegung der um ſie rotirenden Erdkugel zur Folge zu haben braucht.

Dieſe ganze Anmerkung iſt übrigens nur auf gelehrtere Leſer berechnet.

* Pontécoulant „Théorie analytique du système du monde" (Paris. 1829) II. 224. „La vitesse de *rotation* de la terre (comme de toute autre planète) n'est sujette à aucune inégalité que la suite des siècles puisse rendre sensible, en sorte *que son mouvement diurne (la durée de son jour sidéral) sera toujours uniforme comme il l'est aujour-d'hui.*" — Der Artikel (Stern-) Tag und Unveränderlichkeit ſeiner Dauer führt mich übrigens noch ausführlicher auf dieſe ſchon im Vortrage über „gerade Aufſteigung," S. 85, angebahnte Unterſuchung zurück.

** Ich drücke mich ſo, und zwar nicht ohne Abſicht, mit des verewigten Littrow Worten aus; denn auch Er hat der bloßen Wahrſcheinlichkeit des Inductionsſchluſſes in der Aſtronomie häufig den Vorrang vor der ganzen Strenge des Syllogismus eingeräumt.

und da ſich in 24 Sternſtunden alle 360° des Aequators mit dieſer vollkommenen Gleichförmigkeit durch den Meridian (oder überhaupt durch jeden Stundenkreis) ſchieben: ſo folgt, daß in 1 Stunde $\left(\frac{360}{24} =\right)$ 15 Grad, in 1 Zeitminute 15 Bogenminuten, in 1 Secunde 15″ durchgehen, und daß alſo, umgekehrt, auf 1 Grad ſtets 4 Zeitminuten, auf 1 Bogenminute 4 Zeitſecunden kommen, worauf ſich die Verwandlung der Bögen des Aequators (vergl. d. A. S. 38) in Sternzeit, und der letzteren hingegen in jene ergibt.*

Uhren, welche Sternzeit zeigen, geben alſo zwiſchen je zwei ſucceſſiven Culminationen eines nämlichen Fixſterns ſtets 24 gleich lange Sternſtunden = 1440 Sternminuten = 86400 Sternſecunden an.

Im bürgerlichen Leben, wo man ſich nach der Sonne richtet, iſt die (vergl. wieder Aequator l. c.) nur für die Aſtronomie in Anwendung kommende Sternzeit und alſo jene auf ihr begründete Uhr-Einrichtung* nicht brauchbar. Wie aber die „Sonnenzeit“ von der Sternzeit unterſchieden ſey, habe ich im betreffenden Artikel auseinander geſetzt, in welchem gezeigt wird, daß die wahre Sonnenzeit von Tage zu Tage veränderlich, in mittlerer Sonnenzeit aber

ein ſolcher mittlerer Sonnentag
= 24 Stunden 3′ 56″,56 Sternzeit,
und ein Sterntag = 23 Stunden
56′ 4″,1 mittlere Sonnenzeit

iſt.

Wenn man das Vorrücken der Nachtgleichen in Betracht zieht, ſo läßt ſich, wie ich ſchon oben mit Verweiſung hierher bevorwortet habe, noch ein feiner Unterſchied zwiſchen „Sternzeit“ und „Zeit der erſten Bewegung“ machen; die letztere iſt dann diejenige, welche, ſtatt nach den Fixſternen, nach den Culminationen der Nachtgleichen (des Frühlingspunctes, als Anfangszählpunctes der geraden Aufſteigungen und Längen) abgemeſſen wird. Dieſe Nachtgleichen rücken aber (vergl. nochmals Vorrücken der Nachtgleichen) jährlich um 50″ = (50 . 60 =) 3000‴, und alſo täglich um $\frac{3000}{365}$ Tertien nach

* 15° : 60 Zeitminuten = 1° (60 Bogenminuten) : 4 Zeitminuten. Man hat demnach die Bogentheile des Aequators durch 15 zu dividiren, um ſie in die entſprechenden (gleichnamigen) Theile Sternzeit zu verwandeln: 60 Bogenminuten des Aequators, dividirt durch 15, machen die darauf kommenden 4 Zeitminuten; und umgekehrt geben die Theile der Sternzeit, alſo mit 15 multiplicirt, den Aequatorsbogen, welcher ſich während dieſer Zeit durch den Meridian ſchiebt: in 4 Minuten Sternzeit gehen die obigen (4 . 15 =) 60 Bogenminuten des Aequators hindurch. Oder, mit andern Worten: die Stunden, mit 15 multiplicirt, geben Grade; die Zeitminuten gleich mit 4 dividirt geben auch Grade, und der Reſt der Diviſion mit 15 multiplicirt nunmehr Bogenminuten; die Zahl der Zeitſecunden mit 4 dividirt bringt Bogenminuten, und der Reſt mit 15 multiplicirt endlich Bogenſecunden.

* Indeß finden manche Leſer hier wohl gern die Bemerkung, daß man, um eine nach mittlerer Sonnenzeit gehende (alſo eine jede gewöhnliche) Pendeluhr auf Sternzeit einzurichten, nur ihre Pendellinſe um 2,31 franzöſiſche Linien höher zu ſchrauben braucht. Wäre die Uhr eine Secunden-Uhr, d. h. alſo eine ſolche, welche in 24 mittleren Sonnenſtunden 86400 Schwünge macht (86400 Secunden mittlerer Sonnenzeit hören läßt, ſchlägt „tiktakt“), ſo wird ſie mit dem diesergeſtalt verkürzten Pendel die nämliche Anzahl (nur beſchleunigter) Schwünge nun ſchon in 23 St. 56′ 4″ ausführen, und dieſe Schwünge werden demnach nun auch „Sternſecunden“ zeichnen: ihr Stundenzeiger wird ſchon in 23 St. 56′ 4″ zwei Umläufe (von 12 zu 12) ausführen, wozu er ſonſt 24 volle Stunden gebraucht hätte.

Weſten, ſtatt daß der Fixſtern ſeinen Platz behauptet, und alſo etwas mehr Zeit als ſie gebraucht, um zum Meridian zurückzukehren, demgemäß ein Tag (die Zeit) der erſten Bewegung etwas kürzer als ein Sterntag (als „Sternzeit") ausfällt. Da aber der ganze jährliche Betrag dieſer Verrückung der Nachtgleichen, wie geſagt, nur 3000 (Bogen-) Tertien beträgt, welche, um ſich durch den Meridian zu ſchieben, nicht mehr als $\left(\frac{3000}{15}=\right)$ 200 Zeittertien (3″,3)* gebrauchen, ſo kommen auf den Tag $\frac{200}{365}$ = etwann 5/9 einer Tertie, um die der „Tag der erſten Bewegung" kürzer als der „Sterntag" ausfällt, welcher Unterſchied zu klein iſt, um von uns wahrgenommen zu werden.**

Dieß iſt die wichtige Lehre von der „Sternzeit." Ich hoffe, in meinem Vortrage dieſer Lehre nichts Weſentliches übergangen zu haben, und muß daher Leſer, welche gleichwohl mehr Detail verlangen ſollten, ſchließlich auf Lalande „Astronomie." §. 950 flgd. verweiſen, wo ſich der Gegenſtand mit großer Ausführlichkeit und gewohnter ſchöner Klarheit behandelt findet.

* Dieſer Unterſchied von 3″,3, welchen das „Vorrücken der Nachtgleichen" jährlich zwiſchen der Sternzeit und Zeit der erſten Bewegung hervorbringt, iſt nicht mit den 20′ 20″ zu verwechſeln, um welche das „tropiſche" Jahr (vergl. d. Art. S. 800), der nämlichen Urſache wegen, kürzer als das ſideriſche ausfällt

** Dabei iſt außerdem noch zu bemerken, daß ſich der „Tag der erſten Bewegung," außer in der Dauer, auch in der Gleichförmigkeit vom „Sterntage" unterſcheidet, indem 0 ♈ ſelbſt nicht einmal gleichförmig zurücktritt, daher man alſo (ſ. Nachtgleiche) den mittleren und wahren Frühlingspunct nicht mit einander verwechſeln darf. — Dieß ſind zwar nur theoretiſche Subtilitäten, welche in der Praxis ganz unbeachtet bleiben, welche ich aber für gewiſſenhafte und mit dem Gegenſtande ſchon vertrautere Leſer doch nicht unerwähnt laſſen konnte.

Steuermannskunſt, ſ. Schifffahrtskunde.

Stillſtände der Planeten; Stationes planetarum; *Stations des planètes.* Wenn ein Planet aus dem rechtläufigen Gange in den rückläufigen (vgl. beide Art.), oder, umgekehrt, aus dieſem in jenen übergeht, ſo gibt es allemal eine Zwiſchenzeit, binnen welcher er (im Thierkreiſe) nicht merklich fortzurücken, d. h. ſeine geocentriſche „Länge" (die Breite kann ſich dabei allwohl ändern) nicht zu ändern ſcheint; man nennt ihn alsdann ſtillſtehend, ſtationär, unter welcher letzteren Benennung in einem eigenen Art. weiter hierüber gehandelt wird.

Störungen, ſ. Perturbationen.

Strahl, Lichtſtrahl, ſ. Licht, S. 42.

Strahlenbrechung, ſ. Brechung.

Strahlenbrechungen, aſtronomiſche; Refractiones astronomicae; *Réfractions astronomiques.* Die von den Geſtirnen zu uns gelangenden Lichtſtrahlen gehen aus dem leeren, oder wenigſtens mit einem feineren Stoffe (dem „Aether," ſ. d. Art.), als unſere Luft erfüllten Himmelsraume, in die irdiſche Atmoſphäre, alſo in ein dichteres Mittel über, und müſſen daher (vergl. Brechung) gebrochen werden, und nach andern Richtungen, als ſonſt* geſchehen wäre, in das Auge kommen. Wenn Tafel XXI, Fig. 2, ABD die Oberfläche der Erdkugel ſelbſt, EKO aber die Oberfläche der ſie concentriſch umhüllenden Atmoſphäre vorſtellt, ſo wird der Lichtſtrahl MK, welcher ſchief in die letztere eindringt, dem Einfallslothe RC zugelenkt, und kommt nun vielmehr nach der Richtung KA in das, auf der Oberfläche** der Erde angenommene Auge

* D. h., als geſchehen würde, wenn es überhaupt keine Atmoſphären (denn die Strahlenbrechung kann nicht auf die irdiſche Atmoſphäre eingeſchränkt werden, ſondern muß für alle, mit Atmoſphären umhüllte Weltkörper in Betracht kommen) gäbe.

** Ein dagegen im Mittelpuncte der Erde, und alſo (vergl. Erde, S. 349)

A. Der Beobachter in A ſieht demgemäß das Geſtirn nach der verlängerten Richtung AK in N, wiewohl der wahre Ort deſſelben (abſtrahirt von andern Einflüſſen, z. B. der Parallaxe u. ſ. w.) nach M hinausliegt. Dieſe Ablenkungen der Lichtſtrahlen von ihrem ſonſt in derſelben geradlinigen Richtung fortgehenden Wege, und insbeſondere die Größen der Winkel MKN, FOT, um welche die Geſtirne F, M, der Brechung halber, höher erſcheinen, führen nun den Namen der „aſtronomiſchen Strahlenbrechungen.“

Daß das Licht beim Uebergange aus luftleeren Räumen in Luft wirklich gebrochen werde, iſt zuvörderſt ſchon durch Verſuche älterer Phyſiker mit luftleeren Gefäſſen vielfach augenſcheinlich dargethan worden: und meine Leſer finden das Detail dieſer Verſuche z. B. in der noch immer ſchätzbaren „Einleitung zur mathematiſchen und phyſiſchen Kenntniß der Erdkugel. Aus dem Holländiſchen des Johann Lulof durch (unſern bekannten Mathematiker) Käſtner.“ Göttingen. 1755. gr. 4. (neuere dergleichen Verſuche ſind mir nicht bekannt). Das Factum im Allgemeinen wird dort, abgeſehen von aller aſtronomiſchen Beobachtung, nachgewieſen, wiewohl ſich dabei eine genauere Beſtimmung der Art des Vorganges und das Brechungsverhältniß nicht erhalten läßt.

Da nämlich ferner die irdiſche Atmoſphäre ſelbſt von K bis A nicht Einerlei Dichte behält, ſondern weiter herabwärts natürlich immer dichter wird, ſo müſſen zwiſchen K und A mehrfache Brechungen mit wachſenden Zulenkungen nach dem Einfallslothe hin erfolgen; und da dieſe Dichte der Luft von oben nach unten hin nicht ſprungweiſe, ſondern nach dem Geſetze der Stätigkeit allmälig zunimmt, ſo geſchehen ſolcher Brechungen auch unendlich viele, d. h. der Strahl wird von K bis A an jeder Stelle ſeines Weges näher gegen KC gelenkt; — und alſo bildet der Weg des Strahles KA eine krumme, gegen KC hohle Linie.*

Die Brechungsebene MKC wird jedoch bei dieſen linearen Richtungs-Aenderungen des Strahlenweges nicht verlaſſen, indem man ſich die Atmoſphäre von ihrer oberen Grenze an in concentriſche Kugelſchichten von zunehmender Dichte eintheilen muß, dergeſtalt, daß alle Einfallslothe durch den Mittelpunct C gehen, und alſo jedes ſucceſſive Element der Strahlen-Curve, und ſomit die ganze Curve in der nämlichen Ebene (MKC) bleibt.** Dieſe Ebene iſt aber eine Scheitelfläche des Beobachtungsortes A; die Strahlenbrechung (der Winkel MKN) findet ſich alſo ſtets in einem Scheitelkreiſe des Beobachters, und ihre Wirkung beſteht darin, das Geſtirn in jedem Scheitelkreiſe (alſo auch im Meridian) etwas höher über dem Horizonte (dem Zenith etwas näher, d. h. in einem geringeren Zenithabſtande) erſcheinen zu laſſen, als ſonſt geſchehen wäre (vergl. wegen der

im Mittelpuncte der eingebildeten Himmelshohlkugel gedachter Beobachter hat rings um ſich her alle Geſtirne im Zenith (ſein Zenith fällt mit dieſem Puncte zuſammen); der Lichtſtrahl von Geſtirnen im Zenith geht aber, wie wir nun oben gleich näher ſehen werden, ungebrochen durch; für das in den Mittelpunct der Erde verſetzte Auge gibt es (keine Parallaxe, vergl. d. Art., und) keine Refraction. — Wir haben von dieſem Satze öfter, z. B. nur erſt B. II. S. 21, Gebrauch gemacht.

* Die Brechung (vergl. d. A. S. 131) erfolgt nicht mit Einemmale im Einfallspuncte (an der Grenzſcheide beider Mittel, hier des Aethers und der Luft), ſondern nach und nach durch eine ſtetige Krümmung des Lichtſtrahles, welche (vgl. Newt. Princ. I. prop. 94 ff., beſonders S. 540 unſerer Ausgabe) ſchon bei der Annäherung zum dichteren Mittel anheben mag, und beim Fortgange in demſelben fortdauert und zunimmt. Man kann die Strahlenbrechung als eine wahre Wirkung der Attraction betrachten, welche von den Elementen der Atmoſphäre auf die Elemente des Lichtes ausgeübt wird.

** Im eben citirten Art. Brechung, S. 126, wird dieſer Satz als Erfahrungsſatz hingeſtellt.

beſondern Anwendung hiervon namentlich auf Sonne und Mond hinten).

Steht das Geſtirn aber im Zenith Z ſelbſt (zu welchem Umſtande ich nun kommen wollte), ſo geht der Strahl ZE, welcher ſolchergeſtalt auf alle concentriſche Schichten des Luftkreiſes ſenkrecht fällt, dem allgemeinen Geſetze der Brechung, vergl. d. A., gemäß, durch ſie alle ungebrochen hindurch. Dagegen werden die Strahlen wie MK, FO, um ſo ſtärker gebrochen, je ſchiefer ſie auffallen, d. h. je näher das Geſtirn dem Horizonte erſcheint. Mithin gibt es (vgl. die vorſtehende Anmerkung) im Zenith (und dem dafür zu ſetzenden Mittelpuncte der Erde eben ſowohl keine Parallaxe, als auch) keine Strahlenbrechung; von da an nach dem Horizonte nehmen die Refractionen aber immer mehr zu, und im Horizonte ſelbſt iſt die „Strahlenbrechung,“ welche dann den Namen der Horizontalrefraction* erhält, die ſtärkſte. Dabei bleibt es, der Natur der Sache gemäß, offenbar ganz gleichgültig, ob das Geſtirn, z. B. in der Linie MK, näher oder entfernter ſteht; und die Refraction iſt demnach für die unendlich weiten Fixſterne dieſelbe, wie für die näheren Geſtirne: die Planeten, die Sonne, den Mond u. ſ. w.

Daß — um den Gegenſtand nach dieſen Erklärungen hiſtoriſch zu verfolgen — ſchon Ptolemäus dieſe „aſtronomiſchen Strahlenbrechungen“ gekannt habe, ſchließt Montucla* („Histoire des mathématiques.“ 2. Aufl. Paris. 1799. 4. B. 4.) aus einer Stelle des Engliſchen Naturforſchers Roger Bacon (Franciscaner-Mönch und als ſolcher geſtorben zu Oxford 1292), deſſen bezügliche Schrift „Perspectiva“ im Jahre 1614 an das Licht getreten iſt. Allein es ſcheint dabei ein Irrthum zu Grunde zu liegen, indem wenigſtens des Ptolemäus „Almageſt“ Nichts über „Strahlenbrechung“ enthält, daher angenommen werden muß, daß den Alten (wie ich auch ſchon mehrmals, namentlich im Art. Schatten, S. 381, vermuthet habe) von dieſer aſtronomiſchen** Strahlenbrechung Nichts wiſſend geweſen ſey.

Dagegen ſpricht der uns aus dem Art. Atmoſphäre, S. 75, erinnerliche Ara-

* Beobachtung und Rechnung geben die mittlere (d. h. — vgl. hinten — die bei einer Barometerhöhe von 28 Zoll und + 10 Grad des Reaumür'ſchen Thermometers Statt findende) „Horizontal-Refraction,“ nach deren Größe man gleich fragen könnte, = 32′ 24″; — und dieß will (wie ich, um einer Zweideutigkeit zu begegnen, noch hinzufüge) alſo ſoviel ſagen: Wenn ſich ein Geſtirn, z. B. zunächſt ein Fixſtern, welchen wir als einen bloßen Punct betrachten können, ſeinem wirklichen Stande gemäß, erſt eben im Horizonte zeigen ſollte, ſo erſcheint dieſer Fixſtern, gehoben durch die Refraction, in ſeinem Vertical vielmehr ſchon 32′ 24″ über dem Horizonte; ſeine ſcheinbare Höhe in dieſem Vertical, ſtatt, wie ſie ſollte, nur noch = 0 zu ſeyn, beträgt ſchon 32′ 24″. — Für die Sonne und den Mond, welche bei dem 30′ und demnach (nahe) eben ſo viel als die Horizontalrefraction betragenden Durchmeſſer ihrer Scheiben nicht, wie die Fixſterne, ſelbſt Punct-gleich betrachtet werden können, gilt das Geſagte von ihrem oberſten Randpuncte; wenn nur erſt dieſer Punct wirklich im Horizonte ſeyn ſollte, erſcheint (vergl. hinten) ſchon die ganze Scheibe über dem Horizonte: die Wirkung der „Horizontalrefraction“ auf Sonne und Mond beſteht darin, beide Geſtirne ſchon ganz über dem Horizonte erſcheinen zu laſſen, wenn ſich wirklich nur eben erſt ihr oberſter Randpunct in demſelben befindet.

* Joſeph de, Mitglied des Pariſer National-Inſtituts, geſt. zu Verſailles 1799.

** Wohlverſtanden von der „aſtronomiſchen“; die Brechung im Allgemeinen war (vergl. d. Art. S. 125) ſchon dem Ariſtoteles ſehr wohl bekannt. Auch meint Lalande „Astronomie.“ §. 2163, im Widerſpruche mit der oben aufgeſtellten Behauptung, „daß, wenn Ptolemäus auch in den Rechnungen ſeines Almageſt keine Anwendung von der Refraction gemacht habe, doch in ſeinen (verloren gegangenen) optiſchen Schriften wohl Etwas darüber vorgekommen ſeyn möge.“

biſche Schriftſteller des 12ten Jahrhunderts, Alhazen, in ſeiner dort erwähnten, auf uns gekommenen Schrift: „De crepusculis,“ ſchon ſehr beſtimmt von den aſtronomiſchen Strahlenbrechungen, und leitet ſie davon her, daß die Materie der Himmel (der „Aether,“ wie ich mich oben ausdrücke) ſubtiler ſey, als unſere Luft. Auch ſchlägt er Mittel vor, die Größe der Refraction zu finden, gelangt aber nicht zur Beſtimmung dieſer Größe ſelbſt.

Erſt im 15ten und 16ten Jahrhundert unterſuchten Bernhard Walther (reicher Nürnberger Patricier und eifriger Liebhaber der Aſtronomie, in ſeinen ſpäter Lugd. Batav. 1618 erſchienenen „Observ. Norimb.“), vorzüglich aber Tycho de Brahe („Progymnasm.“ Nähere hiſtoriſche und literariſche Notizen über ihn im Art. Weltſyſtem) dieſen Gegenſtand genauer und mit beſſeren Inſtrumenten; und man gelangte nun zu einer Einſicht von der ganzen aſtronomiſchen Wichtigkeit der Refraction. Tycho, dieſer große Beobachter, irrte aber bei ſeinen Unterſuchungen darin, daß Er die Refraction für die verſchieden entfernten Geſtirne auch verſchieden annahm, und dieſelbe für größere Höhen nicht mehr zuließ, wogegen ſchon Kepler (Paralipom. ad Vitell.) mit gewohntem Scharfſinne bemerkte, daß auf die verſchiedenen Entfernungen Nichts ankommen könne. — Das Beſtimmtere in dieſer Materie verdanken wir aber zuerſt dem älteren Caſſini (dieſem uns ſo viel bekannt gewordenen Aſtronomen Ludwig XIV.), welcher um 1660 aus ſeinen Beobachtungen eine Tafel der Refractionen ableitete, und die Wirkung der letzteren bis auf gewiſſe Abſtände vom Zenith nachwies. Hierbei wollen wir auch zunächſt ſtehen bleiben.

Mit einem ſolchen Bezug auf die bloße Beobachtung nämlich lehrt die Aſtronomie verſchiedene Methoden, die Größe der Refraction zu finden.

Für die Sonne z. B. kennt man die Abweichung für jeden Augenblick, und kann alſo daraus und aus der zugleich bekannten Aequatorshöhe des Beobachtungsortes die Mittagshöhe jenes Geſtirns berechnen, wonächſt der Unterſchied gegen die Beobachtung ſogleich die Refraction für die bezügliche Höhe gewährt.

Für einen Fixſtern aber verfährt man, zum andern Beiſpiele, folgendermaßen:

In Paris culminirte * bei einer früheren Beobachtung α Persei (Algeib, vergl. Sternbilder) nur . . 6 Minuten nordwärts vom Scheitelpuncte, für welchen geringen Zenithabſtand des Sterns die Refraction = 0 geſetzt werden kann. Die Aequatorshöhe von Paris = dem dortigen Zenithabſtande des Nordpols ist . 41° 10 „

woraus der Polabſtand des Sterns . . . 41° 4′ kommt, mit welchem dieſer Stern, 12 Stunden nach der Culmination, unterhalb des Pols, hätte durch den Meridian gehen müſſen, und wobei ſich ſein dann Statt findender Zenithabſtand ohne Refraction alſo
6′ + 2. (41° 4′) = 82° 14 Minuten,
und ſeine Höhe (90° — 82° 14′ =) . . . 7° 46 „
ergeben haben würde. Beobachtet wurde letztere aber vielmehr = . 7° 52 „

und der Unterſchied der „ 6 Minut.** iſt demnach die Refraction für die ſcheinbare Höhe von 7° 52′; wenn ein Fix-

* Ich ſage: „der Fixſtern culminirte (damals) 6′ vom Zenith,“ indem ſich mit dem Vorrücken der Nachtgleichen (vergl. d. Art.) die Abweichung der Fixſterne, und alſo auch ihr Zenithabſtand ein wenig ändert, daher der letztere jetzt vom damaligen einigermaßen verſchieden ſeyn muß. — Mit andern Worten: da der Stern ſeine Abweichung, der Beobachter aber nicht zugleich ſeine geographiſche Breite ändert, ſo ändert ſich alſo der Zenithabſtand des erſteren vom letzteren.

** Ich habe die Secunden unterdrückt, bemerke aber des Folgenden wegen, daß dieſe Beobachtung die Refraction für die ſcheinbare Höhe von 7° 52′ genauer = 6′ 25″ ergab.

ſtern* im Meridian (oder — vergl. vorn — überhaupt in einem Vertical) 7° 52′ hoch erſcheint, ſo beträgt ſeine wirkliche Höhe nur 7° 46′; der Unterſchied der 6′ iſt die Wirkung der Refraction für dieſe Höhe.

Allein in Höhen über 45°, um nunmehr wieder weiter zu gehen, werden die „Strahlenbrechungen" zu klein, als daß man ſich auf die bloße Empirie der Beobachtung verlaſſen könnte, daher man nach einem theoretiſchen, und ganz hin bis zum Zenith gültigen Refractionsgeſetze ſuchen mußte.

Ich übergehe die mannichfachen früheren dießfallſigen Bemühungen, deren Gegenſtand ſich immer mehr complicirte, indem man wahrnahm, daß auch der Barometer-** und Thermometerſtand nicht ohne Einfluß auf die aſtronomiſche Strahlenbrechungen ſey; gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts aber unterwarf der Engliſche Mathematiker Simpſon (Robert, als Profeſſor der Mathematik zu Glasgow 1768 verſtorben) dieſen Gegenſtand einer neuen Prüfung, und wies aus Betrachtung der, dem gebrochenen Lichtſtrahle im irdiſchen Luftkreiſe beizulegenden, vorn angedeuteten Curve, den Refractionen das Geſetz an: „daß ſich dieſelben in den verſchiedenen ſcheinbaren Abſtänden vom Zenith wie die Tangenten dieſer um $^{11}/_{4}$ der Brechung verminderten Abſtände verhalten;" — eine Regel, welche bald nachher vom berühmten Entdecker der Abirrung (ſ. d. A.), Bradley, durch unzählige Beobachtungen, bloß mit der Einſchränkung, daß Er ſtatt der obigen $^{11}/_{4}$ eine 3 ſetzte, beſtätiget worden iſt.* Nach dieſer Regel hat Lalande („Astronomie." I. S. 237 der Tafeln) eine Brechungstafel berechnet, welche ſich mit einiger Formveränderung (indem nämlich ſtatt der ſcheinbaren Zenithabſtände, deren Complemente, die ſcheinbaren Höhen im nämlichen Vertical, und alſo, ſtatt der Tangenten, vielmehr die Cotangenten** angewendet werden), unter der Bezeichnung:

* Ich ſage „Firſtern," nicht „Geſtirn," weil bei den übrigen Geſtirnen für die wirkliche Höhe zugleich die Parallaxe (vergl. den Art. S. 256) in Betracht kommt.

** Die genaue Erörterung dieſer Einflüſſe gehört in die allgemeine Naturlehre. Ich führe in dieſem Bezuge hier nur noch an, daß ſchon damals der (uns aus Abplattung, S. 23, bekannte) Franzöſiſche Aſtronom Bouguer auf der Höhe des Chimboraço, alſo bei ſo viel niedrigerem Barometerſtande, die Horizontalrefraction, welche an der Meeresfläche zu 32′ angeſchlagen werden kann, nur noch etwann = 20′ fand. — Den Einfluß der Temperatur (des Thermometerſtandes) auf den Luftkreis und alſo auf die darin vorgehenden „Strahlenbrechungen" gibt man aber von ſelbſt zu, indem wir dieſelben von der Dichte des Mittels abhängig wiſſen, dieſe Dichte aber durch die Kälte vermehrt, durch die Wärme verringert wird. — Daher fällt auch namentlich die Horizontalrefraction, wie wir unten näher ſehen werden, in den kalten Zonen ſo ſtark aus.

* Sie ſcheint eine petitio principii zu enthalten, indem ſie die Brechung vorausſetzt, welche ſie doch erſt gewähren ſoll. Allein ſie nimmt auch vorzüglich auf Zenithabſtände (Z) von geringerer Größe Rückſicht, für welche die Brechung (r) ebenfalls verhältnißmäßig geringer iſt. Denn wenn ſich, nach ihr, r verhält wie tang (Z — 3 r), ſo kann man, ſobald r ſehr klein wird, im letzteren Ausdrucke dieſen Werth 3 r unterdrücken, demgemäß die Refractionen dann einfach wie die Tangenten der Abſtände vom Zenith abnehmen. — Für größere Abſtände vom Zenith (kleinere Höhen im Vertical) haben wir aber die Refraction zunächſt mittelſt unmittelbarer Beobachtung finden gelernt, wodurch ſich alſo das obige r Behufs weiterer Anwendung der Formel ergibt.

** Nach Simpſon's obiger Regel vermindern ſich (ſ. d. Anmerk.) die Refractionen wie die Tangenten der Abſtände Z vom Zenith, wofür ich alſo die Cotangenten der Höhen h ſetze, weil nämlich h = 90° — Z, cot (90° — Z) aber = tang Z. Wir hätten bei dieſem Bezuge auf die Höhen ſtatt auf die Zenithdiſtanzen, auch das umge-

„Tafel für die mittlere* aſtronomiſche Strahlenbrechung, wenn die Höhe des Barometers 28 Zoll iſt, und das Reaumür'ſche Thermometer auf 10 Grad über dem Gefrierpuncte ſteht,"** —
auch in der „Sammlung aſtronomiſcher Tafeln." Berlin. 1776. 3 B. gr. 8. III 228 flgd. findet, und lange im Gebrauche geweſen iſt. Noch analytiſch erſchöpfender aber iſt die Theorie der Refraction nachher namentlich von Laplace*** in ſeiner uns vielfach bekannt gewordenen „Mécanique céleste." Bd. IV. S. 231 flgd. behandelt worden, und auf dieſe Analyſis beziehen ſich denn die „Refractions-Tafeln" vom Profeſſor Carlini, dem zeitigen Director des Obſervatoriums zu Mailand, welche meine Leſer auch in Littrow's (des verewigten Wiener Aſtronomen) „Vorleſungen über Aſtronomie." Wien. 1830. gr. 8. II. S. 332 flgd. antreffen, und nächſt welchen ich als neueſte dießfallſige Arbeit nur noch die „Refractionstafeln" des nun auch verewigten großen Königsberger Aſtronomen Beſſel anzuführen habe. — Ich gehe indeß auf die vielfachen weiteren Betrachtungen, die dabei zu Grunde liegen, hier um ſo weniger ein, als ich für meine Perſon die Ueberzeugung hege, daß die ganze Unendlichkeit derjenigen atmoſphäriſchen Complicationen, welche die Refraction bedingen, durch die Analyſis doch nicht erſchöpfend ausgedrückt werden kann, und man ſich alſo, ſtatt der verlangten und prätendirten ſtrengſten Genauigkeit, immer nur mit einer Näherung wird begnügen müſſen, deren größere oder geringere Genauigkeit auch nur von jener größeren oder geringeren Complication im beſtimmten Beobachtungsmomente abhangen kann. —

Zum Schluſſe dieſes Artikels habe ich daher, außer dem angeführten allgemeinen Reſultate der „aſtronomiſchen Strahlenbrechung," daß ſie nämlich

„die Höhen aller Geſtirne in jedwedem Vertical vergrößert, und daß man ihren Betrag alſo in jedem Vertical, namentlich aber im Mittagskreiſe von der beobachteten (der ſcheinbaren) Höhe erſt abziehen muß, um die wahre Höhe* zu haben," —

kehrte Verhältniß der Tangenten für das gerade der Cotangenten anwenden können, da die erſteren in einem ſolchen umgekehrten Verhältniſſe zu den letzteren ſtehen, wachſen wie dieſe abnehmen (indem tang : r = r : cot, und tang' : r = r : cot', woraus tang . cot = tang' . cot' = Const. und tang : tang' = cot' : cot folgt). — Dieſe kleine trigonometriſche Digreſſion iſt manchen Leſern, auf dieſe Veranlaſſung, vielleicht willkommen.

* „Mittlere," nämlich, wie ich ſchon vorn bemerke, den zugleich bezeichneten mittleren Barometer- und Thermometerſtand vorausſetzend.

** Wenn die Leſer dieſe, alſo berechnete Tafel vergleichen, ſo werden Sie darin die Refraction für die ſcheinbare Höhe von 7° 52', welche wir oben, mit Verweiſung hierher, aus Beobachtung = 6' 25" geſetzt haben, = 6' 42", alſo nur in den Secunden, und nicht zu bedeutend, verſchieden finden, wobei noch von Fehlern der Beobachtung abgeſehen iſt. Ferner ſoll nach dieſer Tafel z. B. die Refraction (59") für die ſcheinbare Höhe von 45°, zur Refraction (49",5) für die ſcheinbare Höhe von 50° ſeyn, wie die Cotangenten dieſer Höhen, d. h. man ſoll haben 59 : 495 = cot 45° : cot 50° = 1 : 0,8391, welches meine Leſer beim eigenen Nachrechnen auch ſo befinden, und durch dieß Alles noch mehr Zutrauen zur Tafel erlangen werden.

*** Biographiſche Notizen über ihn im Art. Gravitation, S. 719.

* Um die ganze Wichtigkeit der durch dieſe Correction mit zu bewirkenden möglichſt genauen Beſtimmung der wahren (auf den Mittelpunct der Erde bezogenen, d. h. zugleich „mit" der Refraction, auch von der (vergl. vorn) Parallaxe befreieten) Höhe eines Geſtirns in jedem, namentlich aber im Vertical des Meridians, zu überſehen, muß man ſich an Dasjenige erinnern, was hierüber im Art. Geocentriſch, S. 603, bemerkt worden iſt. Als die unmittelbaren Data der von der Erdober-

welches ich hier abermals wiederhole, nur noch einige ihrer damit verwandten beſondern Wirkungen anzuführen. Dahin gehört zunächſt der Umſtand, daß die Refraction die aufgehenden Geſtirne ſchon im Horizonte zeigt, wenn ſie doch eigentlich noch darunter ſtehen, und eben ſo die wirklich ſchon untergegangenen noch eine Zeit lang ſichtbar erhält, daher ſie die Dauer ihrer Sichtbarkeit, und demnach, wenn namentlich von der Sonne die Rede iſt, den Tag verlängert. Da die Horizontalrefraction (vergl. vorn) etwann 32′ beträgt und der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne (für den Mond gilt das Nämliche) nahe eben ſo groß (nämlich = 30′)* iſt, ſo macht dieſe Verlängerung ſowohl Morgens als Abends ſo viel Zeit aus, als der Sonnendurchmeſſer gebraucht, um ſich durch den Horizont zu ſchieben. Dieß beträgt in unſern** Gegenden: für die Aequinoctialtage 3½ Minuten, für den längſten und kürzeſten Tag 4 Minuten, demzufolge ſich die Dauer unſeres längſten Tages durch die „aſtronomiſche Strahlenbrechung“ noch um 8 Minuten vergrößert findet.

Innerhalb der kalten Zonen wird der, in ihrem Sommer Statt findende perpetuirliche Tag durch die Horizontalrefraction noch in einem viel größeren Maße verlängert, weil, wie ſchon oben mit Verweiſung wegen des Näheren hierher angedeutet worden, die Refraction in der dortigen kalten und daher

fläche aus anzuſtellenden Beobachtungen eines Geſtirns, namentlich eines Planeten, werden nämlich daſelbſt der Moment ſeines Durchganges durch den Meridian (die gerade Aufſteigung) und die Höhe, in welcher dieſer Durchgang erfolgt (alſo, mit Bezug auf die Aequatorshöhe des Beobachters, die Abweichung) bezeichnet. Bei der darauf zu begründenden (geocentriſchen) Ortsbeſtimmung des Planeten aber muß (ſowohl von ſeiner, als) von der räumlichen Ausdehnung der Erdkugel abſtrahirt werden; man muß ſich dieſe letztere als in ihrem Mittelpuncte concentrirt denken können. Nun fällt, wie oben dargethan wird, für dieſen die „Refraction“ und Parallaxe hinweg, und man iſt alſo gezwungen, die von der Erdoberfläche aus angeſtellten, bloß relativen Beobachtungen des Planeten erſt von jenen beiden Einflüſſen zu befreien, wodurch ſie ſich, wie ſie demnach ſollen, auf jenen Mittelpunct reducirt finden und etwas Abſolutes werden.

Für den Mond aber ferner, für welchen man bei Berechnung der Länge zur See (ſ. d. Art. S. 21) allaugenblicklich den von der Parallaxe und „Refraction“ befreieten Ort im entſprechenden Vertical wiſſen muß, iſt die Kenntniß dieſer beiden Einflüſſe von vielleicht noch größerer praktiſcher Wichtigkeit; und die Leſer finden deßhalb in allen nautiſchen Werken immer eine „Parallaxe des Mondes weniger der Refraction“ überſchriebene Tafel. — Dieß wird hinreichen, um die Nothwendigkeit der ſtrengſten Correction wegen der Refraction (und Parallaxe), welche Nothwendigkeit ich hier eben noch beſonders hervorheben wollte, wiederholentlich darzuthun.

* Ich füge erläuternd, anmerkungsweiſe, nochmals hinzu: da der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne (ſowohl als des Mondes) 30′, und die Horizontalrefraction nahe eben ſo viel beträgt, ſo erſcheint alſo die auf- oder untergehende Sonne im erſteren Falle ſchon, im andern aber noch ganz über dem Horizonte, wenn ſich, dem wirklichen Stande dieſes Geſtirns gemäß, nur erſt der oberſte Randpunct der Geſtirnſcheibe in demſelben befindet.

** Nämlich für „Sphaera *obliqua*,“ wo der Horizont alſo ſchief gegen den Aequator und deſſen Parallelen (die Tagkreiſe der Sonne) liegt, und ſich das Geſtirn daher durch einen ſolchen ſchief liegenden Horizont ſchieben muß. Für „Sphaera *recta*“ dagegen würde dieſe Zeit (vergl. Sternzeit) nur reſp. $\frac{3\frac{1}{2}}{15}$ und $^4/_{15}$ Minuten (hier aber wahre Sonnenzeit) betragen. — Man könnte noch nach dem Verhältniſſe auch für „Sphaera *parallela*“ fragen; die Antwort auf dieſe Frage aber gleich oben im Texte.

dichteren Luft ſehr ſtark ausfällt. Bliebe dieſelbe daſelbſt, namentlich für den Pol („Sphaera *parallela*") ſelbſt, für welchen der Aequator den (wahren) Horizont abgibt, an das vorgetragene, gewöhnliche (wenn ich ſo ſagen darf, mathematiſche) Geſetz gebunden, ſo würde die Sonne z. B. dem Nordpole nur erſt dann ganz über dem Horizonte erſcheinen, wenn eben der oberſte Randpunct ihrer Scheibe in demſelben wäre; und der ſechsmonatliche Tag dieſes Pols würde ſich dann durch die Strahlenbrechung nur um ſo viel Zeit verlängert finden, als die Sonne (ihr Mittelpunct) gebraucht, um von 15′ ſüdlicher Abweichung zu 15′ nördlicher Abweichung (15 + 15 = 30′, als dem angegebenen ſcheinbaren Sonnendurchmeſſer) zu gelangen. Allein die bezeichneten, in den Polarregionen Statt habenden, ganz andern dießfallſigen phyſiſchen Einflüſſe vergrößern, wie geſagt, namentlich die Horizontal-Refraction in dieſen Regionen ungemein, und nach den Beobachtungen der Schifffahrer * ſteigt dieſelbe bei begünſtigenden Umſtänden auf bedeutend über 4°.

Schon um die Grenzen der kalten Zonen, wo es (vergl. Erdſtriche, S. 390) doch noch keinen Tag von vollen 24 Stunden geben ſollte, wird die Sonne am längſten Tage durch die Brechung gleichwohl durchaus über dem Horizonte erhalten. Dieſes merkwürdige Phänomen ſahe König Carl XI. am 14. Juni alten Styls 1694 zu Tornea, und ließ daſſelbe im folgenden Jahre durch ſeine Mathematiker Bilemberg und Spole („Refractio Solis inoccidui jussu Caroli XI. circa Solstitium aestivum 1695 observata" in „Acta Erudit." 1697. Febr. p. 91) genauer unterſuchen. Auch dieſe Beobachter geben danach die Brechung in der dortigen Breite ungewöhnlich groß, über zwei volle Durchmeſſer der Sonnenſcheibe an.

Von der Refraction rührt ſodann auch die abgeplattete (ovale) Geſtalt her, in welcher ſich uns die Sonne und der Mond * beſonders am Horizonte zeigen, und welche meinen Leſern wohl ſchon ſelbſt aufgefallen iſt. Beträgt nämlich der ſcheinbare Durchmeſſer eines Geſtirns, wie es, angegebenermaßen, bei Sonne und Mond der Fall iſt, 30 Minuten, ſo wird, da die Refraction in dieſer Höhe von 30′ bereits über 4′ kleiner als im Horizonte ausfällt, der obere Rand namentlich der Sonne durch die Refraction um ſo viel weniger, als der untere gehoben, und der verticale Sonnendurchmeſſer erſcheint alſo in dem nämlichen Verhältniſſe kürzer, als der horizontale, deſſen beide Enden gleich

* Ich finde in meinen Notizen, daß Holländiſche Schiffer, welche 1597 in Novazembla unter 76° (nördlicher) Breite überwinterten, die Sonne ſchon am 24. Januar wieder ſahen, da ſie ſie doch, der bloßen Schiffsrechnung gemäß, d. h. abſehend von aller Refraction, erſt den 10. Februar, alſo 17 Tage ſpäter hätten erblicken ſollen. Danach beträgt die Horizontalrefraction in dieſer Breite, wie ich ſie im Texte gebe, über 4°: denn die ſüdliche Abweichung der Sonne nimmt um die angegebene Zeit täglich etwann ¼° ab, und die Sonne war alſo für die angegebenen 17 Tage wirklich noch 17 . ¼ = 4¼° weiter ſüdlich vom Horizonte der Schiffer entfernt, als es ſich durch den Einfluß der Refraction befand. Auch beſtätiget dieß die angedeutete Schiffsrechnung ziemlich nahe. Derſelben, d. h. den Tafeln gemäß, hätte die Sonne nämlich den etwann um (90 − 76 =) 14° vom Aequator entfernten Schiffshorizont erſt am 10. Februar erreichen ſollen; ihre ſüdliche Abweichung an dieſem Tage iſt ungefähr . . . . 14° 30′,
wogegen dieſelbe am 24. Januar . . . . 19° 10′
beträgt; und der Unterſchied von . . . . 4° 40′
kam alſo auf die Wirkung der Refraction. — Ich darf nicht erſt beſonders aufmerkſam darauf machen, daß vollkommnere Genauigkeit hierbei freilich nicht erwartet werden darf, und die obigen Angaben alſo nur eine Näherung ſind.

* Eigentlich natürlich alle Geſtirne; bei den übrigen iſt dieſe Wirkung der Refraction, der ſcheinbaren Kleinheit der Geſtirnſcheiben wegen, nur weniger bemerkbar.

hoch ſtehen, wovon jener Anſchein der Abplattung (Ellipticität) ſomit eine natürliche Folge iſt. — Dieſes Umſtandes erwähnt, wie ich in meinen Notizen finde, ſchon Diodor von Sicilien; ich kann aber die Stelle nicht gleich angeben, und überlaſſe deren Aufſuchung meinen gelehrteren Leſern.

Die aſtronomiſche „Strahlenbrechung" veranlaßt es ferner, daß man bei Mond-Finſterniſſen (vergl. d. Art. S 462) zuweilen Sonne und Mond beide zugleich über dem Horizonte erblickt, da ſie (ihre Mittelpuncte) ſich doch dann vielmehr mit dem Mittelpuncte der Erde (bei centralen Finſterniſſen genau, bei partialen wenigſtens nahe) in derſelben Geraden befinden, und alſo eben nur eins beider Geſtirne ſichtbar ſeyn ſollte. Wenn der Mond, vom Mittelpuncte der Erde geſehen, der Sonne genau gegenüber ſteht, ſo geht er, ſeiner Parallaxe wegen, etwas ſpäter auf, als jene (deren Parallaxe unbedeutend iſt) ſodann untergeht: denn die „Parallaxe" erniedriget ihn im Vertical; der daher rührende Unterſchied zwiſchen der Gleichzeitigkeit des Sichtbarwerdens beider Geſtirne über dem Horizonte wird aber durch die „Refraction," welche die Geſtirne dagegen im Vertical erhöhet, noch mehr als aufgehoben; — und es kann daher der verfinſterte Mond durch den Einfluß der Refraction z. B. als aufgehend erblickt werden, ja es kann ſelbſt der Mittelpunct des Erdſchattens über dem Horizonte erſcheinen, wenn die Sonne noch nicht untergegangen iſt.* Plinius, welchem die Refraction unbekannt war, bezeichnet dieß (H. n. II. 13.: „*Mirum*, quonam ratione, cum Solis *exortu* umbra illa hebetatrix sub terra esse debeat, semel jam acciderit, ut in *occasu* Luna deficeret, *utroque super terram conspicuo sidere*." Er ſpricht alſo vom gleich möglichen, entgegengeſetzten Falle des, beim Aufgange der Sonne vielmehr verfinſtert untergehenden, dabei aber zugleich noch mit ihr ſichtbar gebliebenen Mondes, als etwas Wunderbares; die Beobachtung iſt, wie man aus meinem Vortrage erſieht, in neuerer Zeit öfter gemacht und von der heutigen Aſtronomie, namentlich auf die in der Note angewendete Art, vollkommen erklärt worden.

Hiermit beende ich meinen Vortrag über aſtronomiſche Strahlenbrechung: die unzähligen terreſtriſchen Wirkungen der „Strahlenbrechung," welche man gewöhnlich unter dem Namen der Luftſpiegelung zuſammenbegreift, namentlich die ſo bekannte Fata Morgana, ge-

* Sprechen wir von einer centralen Finſterniß, bei deren Eintritt alſo, aus dem Mittelpuncte der Erde betrachtet, Sonne und Mond einander genau gegenüber ſtehen. Ohne Refraction und Parallaxe würden ſich beide Geſtirne zum ſelbigen Augenblicke im ſcheinbaren Horizonte durchaus eben ſo einander gegenüber zeigen; die Refraction macht aber, daß die von aller Parallaxe frei gedachte, alsdann z. B. untergehende Sonne noch 32′ hoch über dem Horizonte geſehen wird, wogegen der dem Aufgange nahe, verfinſterte Mond in dieſem nämlichen Augenblicke um die Differenz von Horizontal-Parallaxe (60′) und Horizontal-Refraction (32′), alſo um (60 — 32′ =) 28′ unter dem Horizonte ſteht. Der Mond darf alſo, um ſich bis in den Horizont zu erheben, im Vertical nur noch 28′ höher ſteigen; die Sonne hat aber, um ganz unter den Horizont zu ſinken, 32′ zu machen; — und während des, auf dieſen Bogen-Unterſchied von (32 — 28 =) 4′ kommenden Zeitunterſchiedes werden demnach der verfinſtert aufgehende Mond und die untergehende Sonne, beide zugleich über dem Horizonte geſehen werden. — Bringt man endlich die der Refraction entgegenwirkende Mondparallaxe hierbei gar nicht in Rechnung, ſo entſteht in einem ſolchen Falle durch die gegenſeitige „Refraction" beider Geſtirne zwiſchen ihnen eine Annäherung von (32′ + 32′ =) über 1° (Lalande „Astronomie." II. S. 708): Le *soleil* et la *lune*, lors de l'éclipse du 19 juillet 1750, quoique *réellement opposés*, étoient rapprochés d'un degré par *le seul effet des deux réfractions*").

hören nicht vor das aſtronomiſche Forum; — und ich habe daher ſchließlich nur noch zu bemerken, daß Leſern, welche mehr verlangen, als ich in den, meinem Werke geſteckten Grenzen geben konnte, beſonders die ſchon citirte „Astronomie“ von Lalande zu empfehlen iſt, wo die Lehre von der Refraction im 12. Buche mit größerer Ausführlichkeit und der dieſem Auctor eigenen ſchönen Klarheit behandelt wird.

Stürme, ſ. Winde, wo, rückſichtlich ſolcher Beobachtungen, welche das Statthaben von Stürmen und Winden auch auf anderen Planeten, als unſerer Erde, vermuthen laſſen, weiter darüber gehandelt wird.

Stunde; Hora; *Heure.* Gewöhnlich und allgemein der 24ſte Theil eines Tages, wobei aber der Ausdruck „Tag“ in der dreifachen Bedeutung eines Sterntages, eines mittleren und eines wahren Sonnen-Tages gebraucht wird. Unter „Sterntag“ verſteht man (vergl. Sternzeit) die Zeit einer Axendrehung der Erdkugel, d. h. die Rückkehr eines nämlichen Fixſterns in den Meridian, und theilt dieſelbe in 24 „Sternſtunden“; eine ſolche Rückkehr der (eingebildeten) mittleren Sonne gibt (ſiehe Sonnenzeit) den mittleren Sonnentag mit ſeinen 24 mittleren „Sonnenſtunden,“ wie unſere gewöhnlichen Taſchen- und Pendeluhren dergleichen Zeit zeigen; die wahre Sonne endlich aber gebraucht (wie auch im eben citirten Art. Sonnenzeit näher erörtert wird) einen wahren Sonnentag mit ſeinen 24 wahren Sonnenſtunden zur nämlichen Rückkehr; und dieſe wahren Sonnenſtunden, im Gegenſatze jener, wie geſagt, durch die Taſchen- oder Pendeluhren gezeigten mittleren Sonnenſtunden, finden ſich durch die, dem wahren Sonnenlaufe folgenden Sonnenuhren angegeben.

Sonſt iſt im vorliegenden Bezuge nur noch zu bemerken, daß, da dieſer (wahre Sonnen-) Tag demnach (durchſchnittlich)* 24 mittlere ſowohl, als wahre Sonnen-„Stunden,“ das Jahr aber bekanntlich 365 volle Tage enthält, auf 1 ſolches Jahr dieſergeſtalt (365 . 24 =) . . . . 8760 Stunden kommen. In den aſtronomiſchen Tabellen wird das Jahr aber oft alsbald = 365¼ Tagen, und alſo = ... 8766 „
geſetzt, und von dieſer Differenz der . . . . . 6 Stunden
rührt es denn her, daß man in dergleichen Tabellen, z. B. die Marsrevolution, in lauter Tagen und Stunden zu
686 Tagen 23 Stunden,
in Jahren, Tagen und Stunden aber
zu . . 1 Jahre 321 „ 17 „
(Differenz „ „ „ 6 „)
angegeben findet.

Sternſtunden dagegen enthält das Jahr von 365 Sonnentagen, indem die Erdkugel während dieſer Tagezahl 366* Axendrehungen ausführt (8760 + 24 =) 8784.

* „Durchſchnittlich.“ Ich erinnere auch aus dem Art. Sonnenzeit daran, daß ein „mittlerer“ Sonnentag länger oder kürzer ſeyn kann, als ein „wahrer,“ daß aber die 365 mittleren Sonnentage eines ganzen Jahres zuſammen den 365 wahren Sonnentagen eines ſolchen an Dauer ganz gleich kommen (daß mittlere und wahre Sonne nach Ablauf eines (tropiſchen) Jahres immer wieder zuſammentreffend gedacht werden müſſen).

* Für Leſer, denen der Grund hiervon aus früheren dießfallſigen Bemerkungen nicht gleich beifallen ſollte, erinnere ich daran, daß die Erde in ihrer Bahn um die Sonne täglich etwann 1° fortrückt, um welchen ſie mehr rotiren muß, ehe ſie die Sonne denn einen Fixſtern wieder in den Meridian bekommt, welches jene 366te Axendrehung veranlaßt; die Sonne braucht
volle 24 Sonnenſtunden „ „,
der Fixſtern
nur . 23 ſolche Stunden 56′ 4″.
um wieder in den Meridian zu kommen; die Differenz der . 3′ 56″, 365 Mal genommen, macht den 366ten (Stern-) Tag aus.

Daß endlich auf 1 Stunde, welche Art von Zeit nun auch gemeint ſey, alſo ſowohl auf die Sonnen-, als auf die Sternſtunde 60 (reſp. Sonnen- oder Stern-) Minuten = (60 . 60) 3600 Secunden = (60 . 3600) 216000 Tertien gehen, iſt ſchon im Art. Maß, S. 81, angeführt worden.

Stundenkreis; Circulus horarius; *Cercle horaire.* Jeder größte Kreis der „unbeweglichen“ Himmelskugel (ſ. d. A. S. 760), welcher durch beide Pole geht und alſo den Aequator ſenkrecht ſchneidet, heißt ein „Stundenkreis.“ So ſind, Tafel XXI. Fig. 3, alle durch P und p gezogenen Kreiſe „Stundenkreiſe.“ *

Wenn ein Geſtirn in S ſteht, ſo iſt der Stundenkreis PSDp, welchen daſſelbe in dieſem Augenblicke einnimmt, zugleich ſein Abweichungskreis (ſ. d. Art.); indem dieſes Geſtirn S aber durch die tägliche (die allgemeine) Himmelsbewegung in dem Tagkreiſe GF herumgeführt wird, tritt es auch allaugenblicklich in einen andern Stundenkreis. Abweichungs- und Stundenkreiſe ſind daher inſofern zwar Einerlei; allein jene gehören zur beweglichen, hingegen dieſe zur unbeweglichen Himmelskugel: der Abweichungskreis des Geſtirns S rückt mit dieſem Geſtirn binnen 24 Stunden durch alle möglichen Stundenkreiſe; er coincidirt in dieſer Zeit ſucceſſiv mit jedem derſelben.

Man kann ſich, der Definition gemäß, zwar unzählige Stundenkreiſe, nämlich durch jedweden Punct des Aequators AQ einen ſolchen gedenken. Theilt man aber den Aequator vom Mittagskreiſe A aus gerade nur in 24 gleiche, und demnach um $\left(\frac{360}{24} =\right)$ 15° von einander abliegende Theile, ſo laſſen ſich durch dieſe alſo beſtimmten Theilungspuncte diejenigen (vgl. d. voraufgehende Anmerkung) zwölf (ganzen)* „Stundenkreiſe“ legen, deren vordere oder öſtliche (von Oſten bis Weſten reichende, d. h. Tag-) Hälfte in unſerer Figur 3. (deren perſpektiviſchen Entwurf man ſich als Halbkugel zu verſinnlichen hat) dargeſtellt iſt, und von welchen z. B. Plp den erſten, PCp den ſechsten, der Meridian PApQ ſelbſt aber den zwölften abgibt. Um aus jedem derſelben in den zunächſt folgenden zu kommen, braucht ein Fixſtern (S) mit der ihm bloß beiwohnenden allgemeinen Himmelsbewegung Eine Stunde Sternzeit, die Sonne S aber, die zugleich eigener Bewegung unterworfen iſt, Eine Stunde (wahre) Sonnenzeit (von welcher Verſchiedenheit ſich der Grund in dieſen beiden Artikeln Stern- und Sonnenzeit noch näher aufgeklärt findet). Und da wir im bürgerlichen Leben Sonnenzeit gebrauchen und zwölf Uhr zählen, wenn die Sonne in F und G, d. h. im zwölften „Stundenkreiſe“ ſteht, ſo folgt, daß wir Ein Uhr haben müſſen, wenn ſie mit jener Bewegung in den erſten, ferner ſechs Uhr, wenn ſie in den ſechsten der zwölf Kreiſe gerückt iſt, eine Bedingung, die eben den, deßhalb in der Anmerkung angedeuteten gnomoniſchen Gebrauch der Stundenkreiſe conſtituirt. Der gemeinſchaftliche Durchmeſſer aller Stundenkreiſe nämlich iſt offenbar die Weltaxe Pp. Denkt man ſich alſo (vergl. Gnomonik, ** S. 667), ſtatt dieſer Axe, einen

* In der Gnomonik (Lehre von den Sonnenuhren und den dabei zu Grunde liegenden Stundenkreiſen, ſ. den Art.) heißen Stundenkreiſe, insbeſondere ſolche (den Grund gleich oben), welche ſämmtlich 15 Grad von einander abſtehen, und deren einer der Mittagskreis iſt.

* „Ganzen.“ Ich brauche indeß wohl kaum beſonders darauf aufmerkſam zu machen, daß, da jeder dieſer ganzen größten Kreiſe durch zwei der ſich diametral gegenüberliegenden Aequators-Theilpuncte geht, die ſämmtlichen 24 ſolche Puncte von den 12 Stundenkreiſen getroffen werden.

** Dort iſt die Verdeutlichung dieſer Materie in einer andern, manchem Leſer vielleicht noch mehr zuſagenden Art verſucht worden, bei deren Vergleichung ſich indeß die Uebereinſtimmung in der Sache ſelbſt, namentlich in Bezug auf die Horozontal-Sonnenuhr, welche Vergleichung ich meinen Leſern anheim ſtelle, bald ergeben wird. Verſinnlichen wir uns

„Stift,“ welcher der Sonne gegenüber einen Schatten wirft, ſo fällt dieſer Schatten bei jedem Stande der Sonne in eben denſelben Stundenkreis (d. h. in deſſen entgegengeſetzte Hälfte), in welchem die Sonne eben ſteht. Wenn nun die Erdkugel, als vergleichsweiſe unendlich klein, im Mittelpuncte der Himmelskugel angenommen wird (wie ich die Nothwendigkeit, dieß ſtets zu admittiren, ſo oft hervorgehoben habe), ſo ſieht man, daß jeder mit der Weltaxe parallele Stift auf der Erdfläche als ein Stück der Weltaxe ſelbſt betrachtet werden kann, und daß der Schatten ſolcher Stifte allezeit in die Ebene desjenigen Stundenkreiſes fällt, der die Zeit für den Augenblick der Beobachtung andeutet. Hierauf beruhet die ganze Gnomonik mit den bezüglichen, hier betrachteten „Stundenkreiſen“; dieſelbe beſteht einzig in der Auflöſung des geometriſchen Problems: „Auf jeder gegebenen Fläche die Durchſchnittslinien dieſer Fläche mit den Ebenen der zwölf Stundenkreiſe zu verzeichnen,“ welches Problem unſer Werk jedoch nicht weiter zu verfolgen hat.

Auch erklärt ſich hieraus der Gebrauch des „Stundenringes“ auf der künſtlichen Erd- und Himmelskugel (ſ. d. Art. S. 761), deſſen Eintheilung in 24 gleiche Theile (Stunden) der oben geforderten Eintheilung der 360° des Aequators in eben ſo viele gleiche Theile von $\left(\frac{360}{24}=\right)$ 15 Graden, und den durch die Theilungspuncte gelegten 12 (ganzen) Kreiſen, als „Stundenkreiſen“ dergeſtalt entſpricht, daß ſich die Fortrückung des Zeigers dieſes Stundenringes um volle 24 Stunden (jetzt aber Sternzeit) auch auf eine volle Axendrehung um 1 Stunde auf 15° derſelben u. ſ. w. bezieht. — Im engſten Bezuge mit dieſer Betrachtung der Stundenkreiſe ſchließlich ſteht aber das nun Vorzutragende über:

Stundenwinkel; Angulus horarius: *Angle horaire,* worunter man nämlich den Winkel des Stundenkreiſes mit dem Meridian (am Pole) verſteht. So iſt in der Figur 4 der Tafel XXI, in welcher P den Pol, PA den eben vom Geſtirn S eingenommenen Stundenkreis, PQ den Meridian vorſtellt, APQ der „Stundenwinkel“ jenes Geſtirns; — und das Maß dieſes Winkels gibt der zwiſchen ſeinen Schenkeln enthaltene Aequatorsbogen AQ (der Abſtand vom Meridian) ab; letzterer Bogen, der „Zeitbogen,“ entſpricht der Zeit, die das Geſtirn S, wie geſagt, 15° des Aequators auf 1 Stunde gerechnet, noch brauchen würde, um aus dem Stundenkreiſe PA in den Meridian PQ zu gelangen.

Zur Ermittlung dieſes Stundenwinkels durch Beobachtung mißt man die Zenithdiſtanz ZS des Geſtirns, welche, verbunden mit dem Complemente SP ſeiner als bekannt vorausgeſetzten Declination AS, und dem Complemente ZP der geographiſchen Breite QZ des Beobachters in Z, alſo die ſämmtlichen drei Seiten des ſphäriſchen Triangels ZPS gewährt, und woraus alſo der geſuchte Winkel bei P nach den Regeln der ſphäriſchen Trigonometrie ſogleich abzuleiten ſteht.

indeß nunmehr hier die Himmelskugel und die in ihrer Mitte, concentriſch mit ihr, frei ſchwebende Erdkugel, ſo entſprechen den zwölf, an jener gedachten „Stundenkreiſen,“ ähnlich liegende zwölf Kreiſe auf letzterer; die Weltaxe ſoll zugleich durch einen ihr parallelen „Stift“ repräſentirt werden, welcher ſomit den gemeinſchaftlichen Durchmeſſer der ſämmtlichen zwölf Himmels-Stundenkreiſe abgibt, und, indem er der durch ſie fortrückenden Sonne alſo ſtets gegenüber bleibt, auch ſeinen Schatten ſtets auf den entſprechenden Stundenkreis der Erdkugel wirft, und in demſelben ſolchergeſtalt die zugehörige Zeit (Stunde) angibt; tritt die Sonne z. B. in den Himmelsmeridian, den ſo bezeichneten zwölften „Stundenkreis,“ ſo fällt der Schatten der Weltaxe als Durchmeſſer des Meridians (d. h. alſo der Schatten des Stiftes) auf den gerade darunter liegenden Meridian der Erdkugel und zeigt Mittag; beim weiteren weſtlichen Vorrücken der Sonne um die vorgeſchriebenen 15° ſodann 1 Uhr Nachmittags u. ſ. w.; — welches demnach zur gewünſchten Verdeutlichung unter dieſem Geſichtspuncte hinreichen wird.

Süd, Süden, ſ. Mittagspunct.

Süden, als phyſiſcher Gegenſatz von Norden, ſ. Norden, wo dieſer merkwürdige Gegenſatz, im Sinne des verewigten Wiener Aſtronomen Littrow, weiter verfolgt wird.

Südliche Abweichung, Breite, Halbkugel, Polarkreis u. ſ. w., ſiehe Abweichung, Breite u. ſ. w.

Südlicht, Auſtralſchein; Aurora australis; *Aurore australe*, Lumière australe. Durch dieſen Namen bezeichnet man, mit örtlicher Beziehung auf die ſüdliche Hemiſphäre und namentlich auf deren Polarzone, dieſelbe Erſcheinung, von welcher wir bei Beziehung auf die nördliche Hemiſphäre, jedoch unter Verweiſung auf den vorliegenden beſondern Artikel, im Vortrage über Nordlicht gehandelt haben; das „Südlicht" hat nämlich ganz unſtreitig eine gleiche Urſache und Beſchaffenheit mit dem Nordlicht,* daher ich, hinſichtlich dieſer beiden Umſtände, auch lediglich jenen Vortrag zu vergleichen bitte. Auf Grund dieſer Vorausſetzung hat man auch das Nordlicht und das Südlicht mit dem gemeinſchaftlichen Namen der Polarlichter belegt, unter welchem, wie ich zugleich bemerke, nur durch ein Verſehen verſäumt worden iſt, beſonders hierher zu verweiſen.

Indeß ſind dieſe „Südlichter" viel ſeltener, als die Nordlichter beobachtet worden, welches wohl daher rühren mag, daß die ſüdlichen Polarländer auch ſeltener, als die nördlichen beſucht und beſchrieben worden ſind. Ich finde Beobachtungen von „Südlichtern" nur in Johann Reinhold Forſter's, des berühmten Begleiters von Cook, „Bemerkungen auf ſeiner Reiſe um die Welt" (einem an den genialſten Bemerkungen beſonders über Gegenſtände der phyſiſchen Erdbeſchreibung überhaupt ungemein reichen Werke). Berlin. 1783. gr. 8. S. 103 flg., wo aber die Schilderung ſo genau mit der von mir gemachten Beſchreibung des Nordlichtes übereinkommt, daß ich in ein weiteres Detail über den, ohnedieß nicht ſtreng aſtronomiſchen Gegenſtand auch nicht weiter eingehe.

* Es wäre denn, daß man mit Bezug auf die im Art. Norden und Süden, als phyſiſcher Gegenſatz, angedeuteten Gründe gleichwohl die Möglichkeit gewiſſer Modificationen dieſer Gleichheit der Urſache und der Beſchaffenheit der Erſcheinung an den entgegengeſetzten Polen annehmen wollte.

Synodiſcher Monat, ſ. Monat, S. 139.

Synodiſche Revolution; Revolutio synodalis; *Révolution synodique.* Ganz allgemein: die Zeit, die verſtreicht, bis ſich zwei Geſtirne, welcher Art ſie nun auch ſeyn mögen, gegen einen dritten Weltkörper, auf den ſie bezogen werden ſollen, wieder in einer ſolchen nämlichen Stellung befinden, daß ſie (ihre Mittelpuncte), abgeſehen von aller Breite, in einer geraden Linie* mit ihm ſtehen. So würde z. B. ein Aſtronom in der Sonne (vergl. das gleich Folgende) die Zeit der Wiederkehr des Planeten Erde zu einer ſolchen geradlinigen Stellung mit ihr und etwann dem Mars die (heliocentriſche) „ſynodiſche Revolution" dieſer beiden Planeten in Bezug auf ſich, d. h. alſo in Bezug auf die Sonne nennen können; und im bloß etymologiſchen Sinne („ſynodiſch," zuſammenkünftlich) dürfte er daſſelbe auch von der Rückkehr eines oder des andern dieſer beiden Planeten zu einer ſolchen („heliocentriſchen") Stellung gegen einen Fixſtern ſagen.

Im engeren Sinne aber verſteht man unter „ſynodiſcher Revolution" bloß den Zeitverfluß der Wiedererſcheinung der Planeten (wegen der ſynodiſchen Revolution des Mondes ſ. oben) in ihrer faſt oder ganz geradlinigen Zuſammenkunft mit der Sonne, aus der Erde, oder mit der Erde, aus der Sonne geſehen (weßhalb wir den Beobachter eben in die letztere verſetzten), alſo die Zeit der Rückkehr eines Planeten zu

* Dieß heißt: ohne Breite müſſen die drei Geſtirne in der Ekliptik in einer geraden Linie, bei verſchiedener Breite aber wenigſtens in der, durch dieſe Linie auf der Ekliptik ſenkrechten Ebene (ſo viel als in einem nämlichen Breitenkreiſe) zuſammentreffen.

einer gleichen geocentriſchen Länge mit der Sonne oder einer gleichen heliocentriſchen Länge mit der Erde (d. h. der Rückkehr in die oben bedingte geocentriſche, abgeſehen von der Breite, „geradlinige“ Stellung). Für die beiden Planeten Mercur und Venus hat dieſe Bedingung in den (vergl. d. A.) beiden Conjunctionen (von denen man jedoch die untere wählt), für die oberen dagegen in der Oppoſition (ſ. auch dieſen Artikel) oder auch in der oberen Conjunction Statt.

Die Dauer einer ſolchen „ſynodiſchen Revolution“ aber hängt natürlich von der zuſammengeſetzten („tropiſchen“ oder „ſideriſchen)* Bewegung der Erde und des in Rede ſtehenden Planeten in ihren reſpectiven concentriſchen Bahnen ab; wenn die Erde z. B. heute dem „oberen“ Planeten Mars auf die vorbeſchriebene Art in Oppoſition gegenüber, alſo bei gleicher (heliocentriſcher) Länge zwiſchen ihm und der Sonne geſtanden hat, ſo entfernt ſie ſich nun mit ihrer größeren Geſchwindigkeit in ihrer Bahn von dieſem ihr, in der ſeinigen, nur langſamer nachrückenden Planeten; — und die Frage iſt alſo: wennehr ſie, gemäß dieſer Differenz der gegenſeitigen Geſchwindigkeiten, wieder mit ihm zuſammentreffen, d. h. wennehr der alſo wachſende Abſtand der Erde vom Mars in den „concentriſchen“ Kreisbahnen = den vollen 360° werden wird? — denn alsdann ſteht dieſer Planet der Erde offenbar in ähnlicher Art wieder gegenüber.

Nennt man, zur Beantwortung dieſer Frage, die Tagezahl der Umlaufszeit des Mars = T, der Erde = t, ſo erhält man (vergl. Oppoſition, S. 237) die Proportion $\frac{360^\circ}{t} - \frac{360^\circ}{T} : 1$ Tage = 360° : ſynodiſcher Revolution, welche daraus = $\frac{T\,t}{T-t}$** kommt. Nach dieſer allgemeinen Formel laſſen ſich nun die „ſynodiſchen Revolutionen“ aller Planeten leicht berechnen, und man findet danach zum andern Beiſpiele, daß, da die periodiſche* Umlaufszeit der Venus = 224,69, der Erde = 365,25 Tagen, die ſynodiſche Revolution jenes Planeten = $\frac{365{,}25\ .\ 224{,}69}{365{,}25 - 224{,}69}$ = 1 (Julianiſchen) Jahre 218 Tagen 16 Stunden kommt. — Dieß wird über „ſynodiſche Revolution,“ als Collectiv-Artikel, um ſo mehr hinreichen, als die citirten, ſo nahe verwandten, ſpeciellen Artikel Conjunction und Oppoſition jedes weitere Detail gewähren.

Syſtem (wiſſenſchaftliches, namentlich aſtronomiſches); Systema; *Système.* Eine geordnete Sammlung in einander gegründeter Wahrheiten von Einerlei Art und Beſchaffenheit. So begreift ein „Syſtem“ der Aſtronomie alle bekannten Hauptſätze über die Bewegung der Himmelskörper in ihrem natürlichen Zuſammenhange, d. i. von den einfachſten und allgemeinſten Erſcheinungen der täglichen Bewegung an bis zu den zuſammengeſetzteren des durch gegenſeitige Anziehung mannigfach geſtörten und modificirten Planetenlaufes. — Eine ſpecielle Anwendung hiervon auf das Copernikaniſche „Syſtem“ bereits im Art. Hypotheſe, S. 794, welcher alles Weitere, hierher Gehörige gewährt, und welchen ich zu vergleichen bitte.

* „Tropiſchen“ oder „ſideriſchen;“ denn die Differenz beider Bewegungen, worauf es, wie wir gleich näher ſehen werden, hierbei ankommt, iſt dieſelbe

** Die Betrachtung dieſes Formelausdruckes zeigt, daß (vergl. wieder Oppoſition, l. c.) die ſynodiſche Revolution um ſo länger dauert, je kleiner T — t; kürzer dagegen wird ſie in dem Verhältniſſe, in welchem T größer als t ausfällt. Wäre T ſo groß (unendlich) gegen t, daß der betreffende Planet während der Zeit t als ſtillſtehend betrachtet werden dürfte, ſo erhielte man $\frac{T\,t}{T-t} = \frac{\infty\,t}{\infty} = t$ = der Umlaufszeit ſelbſt des ſchnelleren Planeten. — Dieſe kleine analytiſche Digreſſion wird manchen Leſern angenehm ſeyn.

* „Periodiſch“ ſteht hier aus den angeführten Gründen mit gleichem Rechte für ſideriſch und tropiſch.

Syzygien; Syzygiae; *Syzygies.* * Allgemein führen dieſen Namen diejenigen Stellungen jeder zwei beliebigen Geſtirne, in welchen ſie mit der Erde, faſt oder ganz, in gerader Linie ſtehen; alſo ihre Conjunctionen oder Oppoſitionen (vergl. beide Art.) Gewöhnlich aber wird dieſe Benennung nur den Conjunctionen und Oppoſitionen des Mondes mit der Sonne, alſo den Erſcheinungen des Neu- und Vollmondes (ebenfalls beſondere Art.) beigelegt, welche man unter dieſem gemeinſchaftlichen Namen dem, für das erſte und letzte Viertel ebenfalls gemeinſchaftlichen Namen der Quadraturen (ſ. auch dieſen Art.) oder der „Dichotomie" entgegenſetzt.

* Nach dem gleich klingenden und „Verbindung" bedeutenden Griechiſchen Worte, welches ſchon Ptolemäus in ſeinem Almageſt in dieſem Sinne gebraucht.

T.

Tafeln, Tabellen, aſtronomiſche; **Tabulae astronomicae**; *Tables astronomiques.* Verzeichniſſe allgemeinerer numeriſcher Angaben und im voraus calculirter Zahlenwerthe zur Erleichterung darauf zu begründender ſpeciellerer aſtronomiſcher Rechnungen. Wir haben ein Beiſpiel davon bereits in dem beſonderen Artikel Planeten-„Tafeln" geſehen, wo ſich neben den numeriſchen Angaben der planetariſchen Elemente beſonders die danach calculirte tägliche tropiſche Bewegung eines jeden Planeten, Behufs der Beſtimmung ſeines allaugenblicklichen Himmelsortes, als derjenigen Bedingung, worauf es hierbei meiſtens eigentlich ankommt, vorfindet. — Hier habe ich den Gegenſtand jedoch, wie auch in dieſem Art. bevorwortet worden, unter einem etwas weiteren Geſichtspuncte zu betrachten, obwohl ich mir gleich ausbedingen muß, nur die Hauptſachen anführen zu können.

Man ſieht nämlich bei näherer Vergleichung anderer Vorträge unſeres Werkes, namentlich etwann ſogleich des Vortrages über Finſterniſſe, leicht ein, daß zur Ausführung ſo ungemein verwickelter Rechnungen noch mehrere andere allgemeine und ſpecielle „Tafeln" erforderlich ſind: alle die dort (z. B. S. 468 flgd.) vorausgeſetzten Daten, deren jedesmalige Einzelnberechnung zum Theile äußerſt beſchwerlich ſeyn würde, müſſen aus ſolchen bereits calculirten „Tafeln" entnommen werden.

Die Nothwendigkeit derſelben in größerer oder geringerer Ausdehnung, — um unſern Vortrag durch einige hiſtoriſche Notizen einzuleiten, — iſt daher auch ſchon von den älteren Aſtronomen anerkannt worden, und wir finden bereits im Almageſt des Ptolemäus mehrere dergleichen Tafeln beſonders des Laufes der Sonne, des Mondes, der Planeten, im oben bezeichneten Sinne. Da dieſe Tafeln des Ptolemäus aber keine große Genauigkeit gewährten (d. h. da die danach im voraus berechneten Himmelsorte der Geſtirne mit dem Reſultate der nachherigen wirklichen Beobachtung nicht wohl übereinſtimmten, und man alſo weitere Berechnungen, z. B. der rechten Eintrittszeit der oben erwähnten „Finſterniſſe," darauf nicht mit Sicherheit begründen konnte), ſo ließ ſie Alfons X., König von Caſtilien und Leon, ein der Aſtronomie (nur zu) * eifrig ergebener Fürſt in der Mitte des dreizehnten Jahrhunderts, durch eine zuſammen berufene Verſammlung der damaligen Sternkundigen mit großen Koſten verbeſſern, in welcher neuen Geſtalt ſie noch jetzt unter dem Namen der „Alfonſiniſchen Tafeln" bekannt ſind,

* Er vernachläßigte aus Liebe zu wiſſenſchaftlichen Arbeiten die Regierungsgeſchäfte, verlor, wie ſich meine geſchichtkundigen Leſer erinnern, darüber ſeine Krone, und „ließ ſich," nach dem Ausdrucke des Spaniſchen Geſchichtſchreibers Mariana, „die Erde entſchlüpfen, indem er den Himmel zu feſt halten wollte."

ohne darum viel mehr Genauigkeit zu gewähren, da ihnen das falſche Princip der Epicykel (vergl. d. A.) zu Grunde liegt.

Nach manchen andern dießfallſigen Bemühungen von Copernikus, Tycho de Brahe u. ſ. w. gelang es endlich dem unſterblichen Kepler, dem Entdecker der wahren Geſetze des Planetenlaufes, diejenigen „Tabulae *Rudolphinae*“ (weil ſie dem Kaiſer Rudolph II. zugeeignet ſind). Ulm. 1627. Fol. erſcheinen laſſen zu können, von denen ausführlicher ſchon im A. Kepler's Problem, S. 888, die Rede geweſen iſt, und welche unter jenem Namen der „Rudolphiniſchen Tafeln“ ihr verdientes Anſehen bis auf das 18te Jahrhundert herunter behauptet haben. Nur erſt um dieſe letztere Zeit und mit dem Bekanntwerden von Newton's erhabener Theorie der Gravitation (ſ. d. A.), wodurch ſich beſonders der Einfluß der Perturbationen auf die himmliſchen Bewegungen ergab, hat es gelingen können, Vollkommeneres an die Stelle der Kepler'ſchen Arbeit zu ſetzen, und ſeitdem ſind denn auch die Aſtronomen aller Länder bemühet geweſen, den aſtronomiſchen Tafeln in immer erweitertem Umfange jede nur irgend wünſchenswerthe Genauigkeit zu verſchaffen, und ein Lahire, Lacaille, Lemonnier, Lalande, Delambre, Laplace, Zach, Mayer, Bürg, v. Lindenau (lauter uns aus früheren Vorträgen ſchon rühmlich bekannte Männer) u. ſ. w. u. ſ. w. haben den äußerſten Fleiß in der Berechnung ſolcher Tafeln bewieſen. Einzeln habe ich dieſe Leiſtungen ſchon in den verſchiedenen Artikeln, worauf ſie ſich beziehen, namhaft gemacht; meine Leſer finden in den Art. Sonne, Mond, Mercur u. ſ. f. die für den Lauf dieſer Geſtirne berechneten Tafeln aufgeführt; und der ſogenannten „Hülfstafeln,“ d. h. ſolcher, welche Nebenbedingungen, z. B. die Nebenbedingung der Abirrung, Strahlenbrechung u. ſ. w., durch deren Einfluß noch andere Verſchiedenheiten zwiſchen den berechneten und erſcheinenden Himmelsorten der Geſtirne veranlaßt werden, betreffen, geſchieht ebenfalls in den bezüglichen Vorträgen Erwähnung, wohin ich verweiſen muß, da eine ſpecielle nochmalige Wiederholung ohne beſondern Nutzen ſeyn und doch viel Raum koſten würde. Eine ſehr vollſtändige Vereinigung aſtronomiſcher Tafeln bietet aber die von mir oft citirte „Berliner Sammlung.“ Berlin. 1776. 3 B. gr. 8. dar; — und nach ihrer Anleitung werde ich denn nunmehr ſogleich zur Betrachtung der wichtigſten dieſer Tafeln ſelbſt übergehen,* jedoch, wie geſagt, nur

* Indeß muß ich, wenigſtens anmerkungsweiſe, noch eine allgemeine Erinnerung voraufſchicken, welche das Eigentliche der Sache mit andern Worten abermals charakteriſiren, und mir zugleich Gelegenheit zur Erklärung mehrerer hierbei vorkommenden techniſchen Ausdrücke bieten ſoll.

Die in den Tafeln gegebenen Zahlen nämlich gewähren nicht unmittelbar das Geſuchte; die Sonnentafeln z. B. geben nicht ſo unmittelbar die wahre (Bahn-) Länge der Sonne, ſondern nur die mittlere: wenn die Sonne — ſetzen ſie — ihre tropiſche Revolution (360° vom Frühlingspuncte bis — vgl. unten — wieder dahin) in 365 T. 5 St. 48′ 49″ vollendet, ſo macht ſie durchſchnittlich täglich 59′ 8.3″, und alſo z. B. in 3 Tagen 2° 57′ 25″. — Mehr als dieſen mittleren Werth gewährt die auf die tägliche Bewegung der Sonne bezügliche Tafel unmittelbar noch nicht; die Ableitung der wahren Länge daraus, als des angeführtermaßen natürlich eigentlich Geſuchten, muß erſt durch diejenigen Methoden bewirkt werden, zu denen ſich namentlich im A. Gleichung der Bahn Anweiſung findet. Aber indem letztere wahre Länge ſolchergeſtalt doch aus jener mittleren folgt, iſt ſie eine „Function“ derſelben, gleichwie die mittlere Länge ihrerſeits dagegen das „Argument“ der alſo aus ihr zu berechnenden wahren Länge abgibt: denn „Argument“ nennt man in der Aſtronomie jede veränderliche Größe (wie hier die von Tag zu Tag wachſende „mittlere“ Länge), von welcher eine andere, in Bezug auf jene ihre „Function“ genannte, und hier demnach die „wahre“ Länge, nach einem gewiſſen Geſetze abzuleiten iſt.

Zur Darſtellung dieſer wahren aus der

einige der nothwendigſten Erklärungen hinzufügen können, da es ohne unzählige Wiederholungen freilich unmöglich iſt, mich auf Alles einzulaſſen.

Auf eine 1) tabellariſche Vorſtellung des „Weltſyſtems," wie ich eine ſolche in dieſem letzteren Vortrage ſelbſt beibringen werde, ein 2) Verzeichniß geographiſcher Längen und Breiten,* und ein 3) Fixſternverzeichniß (vgl. d. Art.) folgen nämlich in dieſer Sammlung

4) Sonnentafeln,

deren eine die Epochen (ſ. auch d. A.) für den Anfang jedes Jahres der letzten Jahrhunderte bis auf unſere Zeit herunter, und für den mittleren Mittag natürlich eines beſtimmten Meridians, die folgende aber die tägliche mittlere Bewegung der Sonne (von den angegebenen 59′ 8″,3) für ein ganzes Jahr enthält, dergeſtalt, daß man alſo durch Hinzurechnung des letzteren (ganzjährigen) Betrages zur Epoche eines Jahres die Epoche für das folgende Jahr erhält. So findet ſich z. B. in dieſen Tafeln die Epoche für 1799

= 9 Z. 10° 8′ 26″,5,

die ganzjährige Bewegung . . 11 „ 29° 45′ 40″,5,*

und alſo die Epoche für 1800 . . 9 Z. 9° 54′ 7″.

Dabei iſt bemerkt, daß die Epochen (wie ich auch ſchon in dieſem Art. S. 337 angedeutet habe) in einem Gemeinjahre auf den Mittag des vorangehenden 31ſten December, in einem Schaltjahre dagegen auf den 1. Januar ſelbſt bezogen werden müſſen; eine Forderung, deren Grund ich, da ſie oft-

mittleren (Bahn-) Länge bedarf es aber, wie wir ebenfalls aus dem citirten Art. Gleichung der Bahn wiſſen, und wie ich hier nur zur Erläuterung einſchiebe, ferner der Beſtimmung dieſer Gleichung, nämlich des Unterſchiedes zwiſchen mittlerer und wahrer Länge, d. h. zwiſchen mittlerer und wahrer Anomalie (ſ. d. A.); und eine zweite Sonnentafel enthält alſo die „Gleichung der Sonnenbahn," als „Function" der mittleren Anomalie. Deßhalb ſteht über dieſer Sonnentafel die Bemerkung: „Argument": Mittlere Anomalie der Sonne; — und da hier dieß Eine Argument zur Ermittlung des Verlangten hinreicht, ſo wird eine ſolche Tafel eine Tafel mit „einfachem Eingange" („à simple entrée") genannt. Man begreift aber leicht, und die Fortſetzung dieſer Unterſuchung wird es an Beiſpielen zeigen, daß bei verwickelterer Abhängigkeit anderer Geſtirnbewegungen von mehrfachen conſpirirenden Einflüſſen auch der gleichzeitige Bezug auf mehrere ſolche „Argumente" nothwendig werden kann, daher die betreffenden Tafeln dann die Bezeichnung „mit zweifachem," „dreifachem Eingange" (*à double, triple* entrée) erhalten; — und womit alſo, meiner Abſicht gemäß, wenigſtens ſogleich der Sinn dieſer aſtronomiſchen Kunſtausdrücke erklärt iſt.

* Das neueſte und vollſtändigſte ſolche „Verzeichniß geographiſcher Ortsbeſtimmungen" gibt C. L. Littrow, der jetzige Director der Wiener Sternwarte, der verdienſtvolle Sohn des verewigten Wiener Aſtronomen J. J. Littrow, im Schlußbande der von mir viel citirten zweiten Ausgabe von Gehler's „Phyſik. Wrtrb."

* Nämlich dieſe . 11 Z. 29° 45′ 40″,5 (365 . 59′ 8″,3) entſprechen den 365 vollen Tagen, die die Tafel enthält; die fehlenden . . „ „ 14′ 19″,5.

um ganze . . 12 Zeichen = 360° zu haben, werden erſt noch in den 5 h 48′ 49″ (faſt 6 Stunden, faſt ¼ Tag, worauf alſo auch faſt $\frac{59'\ 8'',3}{4}$ gehen) durchlaufen, um welche das tropiſche Jahr, angegebenermaßen, länger als jene 365 vollen Tage iſt. Denn die hierbei zu Grunde liegende Proportion iſt:

365 T. 5 St. 48′ 49″ : 360° = 1 T. : 59′ 8″,3.

Ich darf übrigens wohl kaum erſt darauf aufmerkſam machen, daß alles hier als Bewegung der Sonne Bezeichnete natürlich nur vom Planeten Erde gilt, deſſen wirkliche Bewegung durch die ſcheinbare Bewegung jenes Geſtirns bloß repräſentirt wird.

mals Anſtoß gibt, hier nochmals beſonders zu erklären habe. In einem Schaltjahre ſind nämlich z. B. am 1ſten März einſchließlich 31 + 29 + 1 = 61, in einem Gemeinjahre nur 60 Tage. Man ſetzt alſo im letzteren die Epoche E auf Mittag des 31ſten December (0 Januar, in welcher Art die Aſtronomen — vergl. S. 327 dieſes II. Bandes unſeres Werkes — denſelben Tag bezeichnen), und rechnet dann die tägliche mittlere Bewegung m, wie ſie in der Tafel beim 1ſten März mit 60 m ſteht, hinzu, wodurch man demnach die verlangte mittlere Länge der Sonne für dieſen Tag = E + 60 m hat. Um ſodann aber ohne weiteres eben ſo auch im Schaltjahre, wo doch 61 m hinzukommen ſollten, verfahren (d. h. alſo um immer gleich nur den Tafelbetrag anwenden) zu können, ſetzt man für ein ſolches Jahr die Epoche eben auf den 1ſten Januar (um 1 Tag ſpäter, um den entſprechenden Betrag m größer), d. h. = E + m, wonächſt man dann am 1ſten März auch dieſes Schaltjahres nur die 60 m der Tafel zu addiren hat, und damit die entſprechende richtige mittlere Sonnenlänge = E + m + 60 m = E + 61 m, wie ſeyn ſoll, erhält.

Aus der ſolchergeſtalt beſtimmten jederzeitigen mittleren Länge der Sonne ſoll aber ſodann, als das in dieſer Art ſchon oben bezeichnete eigentliche Ziel der Tafel-Anwendung,* die wahre Länge abgeleitet werden. Dieß geſchieht zunächſt durch die vermittelnde Beziehung auf die Anomalie (vergl. d. A.), d. h. alſo auf die Diſtanz der Sonne vom Apogäum, welche Diſtanz erſt auch nur ihrem mittleren Werthe nach gegeben iſt, durch Hinzurechnung der Gleichung der Bahn aber, gemäß der im letzteren Artikel dazu ertheilten Anweiſung, in die wahre Anomalie** verwandelt wird, und woraus ſodann (Epoche, S. 335) die verlangte „wahre Länge“ folgt. Dieſer Gleichung der Son-

* Denn in der That, was bezweckt man eigentlich mit dieſer ganzen Anwendung der Sonnentafeln? Die Beſtimmung des jederzeitigen wirklichen Himmelsortes der Sonne, und zwar wie wir ihn verlangen, nach gerader Aufſteigung und Abweichung, und wie beide eben aus der Länge (mit bloßer Zuziehung der Schiefe der Ekliptik) folgen.

** Ich muß jedoch hier für gelehrtere Leſer erſt noch eine Bemerkung einſchieben. Dieſelben finden nämlich unter dem, alſo in Betracht kommenden „Apogäum“ beim 1ſten Januar der Tafel eine 0, und beim 31ſten December ohne weitere Erklärung eine 65,5. — Wie kann es damit zuſammenhangen?

Der Nachtgleichen- (der Frühlings-) Punct, von welchem wir bei allen obigen Beſtimmungen, als Anfangszählpunct, auszugehen gezwungen geweſen ſind, hat (vergl. Vorrücken der Nachtgleichen) bekanntlich eine jährliche rückgängige, eine weſtliche Bewegung von 50,5, demgemäß er ſich alſo in dieſer weſtlichen Richtung auch vom Apogäum jährlich ſucceſſiv um ſo viel entfernt. Bei Betrachtung der tropiſchen Revolution der Sonne wird aber davon abgeſehen; man thut vielmehr, indem man (vergl. die voraufgehende Anmerk.) der Sonne vom Frühlingspuncte bis wieder zu demſelben eine Bewegung von vollen 360° beimißt, ſo, als wenn jener Punct unbeweglich wäre, und legt ſeine weſtliche Bewegung der jährlichen 50″,5 gegentheils dem Apogäum in öſtlicher Richtung bei. Damit verbindet ſich aber ſodann ferner das wirkliche Vorrücken der Apſidenlinie (ſ. d. Art.) der Sonne von 15″ jährlich in derſelben öſtlichen Richtung, welchen vereinten Umſtänden zu Folge das Apogäum alſo ſeinen öſtlichen Abſtand von dem, ſomit als unbeweglich angenommenen Frühlings-Aequinoctialpuncte jährlich allmälig um (50,5 + 15) 65″,5 vergrößert, dergeſtalt, daß dieſe Diſtanz, wenn ſie am 1ſten Januar d + 0 geweſen iſt, bis zum 31ſten December auf die angegebenen d + 65″ anwächst, womit ſich natürlich die Anomalien der Sonne ändern; — und dieß iſt alſo die Bedeutung der, in den Sonnen-„Tafeln“ unter Apogäum beim 1ſten Januar und 31ſten Decbr., reſp. mit 0 und 65,5 ſtehenden Zahlen, wovon ich den Sinn hier erklären ſollte, eine Erklärung, welche, wenn man ſie

nenbahn mit ihrem „Argumente der mittleren Anomalie“ iſt daher die vorläufig ſchon oben erwähnte beſondere (Sonnen-) Tafel gewidmet.

Die ferner folgenden „Sonnentafeln“ ſodann beziehen ſich auf die durch das Wanken der Erdaxe (vergl. d. Art.) im Vorrücken der Nachtgleichen und alſo in deſſen eben nachgewieſenem Einfluſſe auf den Sonnenort vorgehenden periodiſchen Veränderungen, und auf die Perturbationen, wovon ich im letzteren Artikel, S. 305, ein hinreichendes Beiſpiel gegeben habe, ſo daß ich im Umfange und Plane meines Werkes nunmehr über „Sonnentafeln“ Nichts weiter hinzuzufügen habe, und auf die ſich unmittelbar an dieſelben anſchließenden

5) Mondtafeln*

übergehen kann, hinſichtlich welcher ich aber einleitend ſogleich bemerke, daß davon im Allgemeinen ſchon im Artikel Mondungleichheiten die Rede geweſen iſt, wo auch die neueſten dießfallſigen Arbeiten namhaft gemacht ſind. Hier beſchränke ich mich dagegen auf eine gedrängte Beſchreibung und eventuelle Erläuterung der zwar älteren, aber vortrefflichen Mondtafeln des großen deutſchen Aſtronomen Tobias Mayer, deren Geſchichte ich bereits in Länge zur See, S. 26, gegeben habe. Nur verwahre ich mich, nichts Erſchöpfendes darbieten zu können; der Lauf des Mondes iſt aus den, im citirten Artikel Mondungleichheiten auseinander geſetzten Gründen unendlich verwickelt, und ich darf mich alſo auf Weiteres als eine bloße Andeutung der Hauptmomente durchaus nicht einlaſſen.

Die erſte dieſer Tafeln bezieht ſich abermals auf die Epochen der mittleren Länge des Mondes und ſeines Apogäums (deſſen Bewegung jedoch, wie wir aus dem Art. Erdferne, S. 375, wiſſen, ungemein viel ſchneller als bei der Sonne erfolgt), zugleich aber auch der Knoten (vgl. d. Art. S. 921), von denen in den Tafeln der Sonne, da ſich letzteres Geſtirn in der Ekliptik ſelbſt bewegt und alſo keine Knoten hat, auch keine Rede hat ſeyn können. Dieſe „Epochen“ ſind bis auf unſere Zeit herab für den Anfang jedes Jahres, und zwar aus den vorn entwickelten Gründen, für ein Gemeinjahr auf den (mittleren Mittag eines beſtimmten Meridians des) vorangehenden 31ſten Decbr., für ein Schaltjahr aber auf den 1ſten Januar angeſetzt; — und ihrer Tafel folgt die Tafel der mittleren Bewegungen ſelbſt für jeden Tag eines ganzen Jahres, ſo daß man alſo, wieder wie vorn, z. B. die Epoche für 1799, wie ſie hier mit 6 Z. 26° 15′ 43″ angeſetzt iſt, nur jene ganzjährige mittlere Bewegung (natürlich nach Unterdrückung der Vollkreiſe) mit . 4 „ 9° 23′ 5″,5 hinzurechnen darf, um die Epoche für 1800 11 Z. 5° 38′ 49″,

gehörig durchdenkt, zugleich noch in mancher andern ähnlichen Beziehung nützlich werden kann.

* „Mondtafeln“ — um den Begriff gerade in Bezug auf dieſes Geſtirn nochmals beſtens zu präciſiren — ſind alſo Tafeln, in welchen man zunächſt den immer leicht berechenbaren, jedesmaligen mittlern Mondort (den Ort, wo ſich der Mond, wenn er einen regelmäßigen Lauf befolgte, am Himmel zeigen würde), hierauf aber die Geſammtheit derjenigen Correctionen angegeben findet, welche aus der Unregelmäßigkeit des Mondlaufes entſpringen, und deßhalb erſt auf jenen „mittleren“ Ort angewendet werden müſſen, um daraus den wahren (den wirklichen Himmels-) Ort des Mondes, wo ſich dieſes Geſtirn in der That zeigt, entweder nach Länge und Breite, oder nach gerader Aufſteigung und Abweichung, oder aber (vergl. Länge zur See, S. 22) nach dem Abſtande dieſes Geſtirns von andern Geſtirnen (von Fixſternen, von der Sonne u. ſ. w.) abzuleiten. — Dieſe Definition wird die Sache auch für ungeübtere Leſer ganz klar machen, namentlich aber dazu dienen, wenigſtens einen allgemeinen Begriff von der Anwendung der Mondtafeln zu geben, worüber ich ein eigenes rechnendes Beiſpiel, der Weitläuftigkeit wegen, nicht beibringen kann.

alſo für den Anfang des laufenden Jahrhunderts zu haben. Hiermit verbinden ſich in unmittelbarem Anſchluſſe die Tafeln für die Ungleichheiten des Mondlaufes in der Länge, von denen ich nur diejenige aushebe, welche ſich auf die Evection (vergl. d. Art.) bezieht, indem ſie die zwei Argumente: des doppelten Abſtandes des Mondes von der Sonne und der mittleren Mond-Anomalie, vorausſetzt, und demnach als das Eingangs verſprochene Beiſpiel einer „Tafel mit doppeltem Eingange" (à double entrée) dienen kann. — Die, die Breite des Mondes und deren Ungleichheiten betreffenden Tafeln ſodann bilden den Beſchluß dieſer Kategorie; — und ſchon der ſomit gegebene bloße Abriß, über welchen ich, bevorwortetermaßen, nicht hinausgehe, wird die ganze Schwierigkeit der Mondtheorie und ihres Tafelausdruckes, gleichwie die Nothwendigkeit meines Ablehnens tieferer Erörterungen nochmals in das behörige Licht ſetzen, daher ich die Betrachtung der Mondtafeln hiermit beende.

Für die nunmehr folgenden

6) Planetentafeln

ferner kann ich mich aber auf den ſchon erwähnten beſondern Artikel beziehen, wo ich, den Umſtänden gemäß, zugleich eine Elementen- (als Stamm-) Tafel ſelbſt, und ein als Modell auch auf andere Fälle anwendbares figurirtes Beiſpiel des Tafelgebrauches und der Berechnung beigebracht habe, und welche Tafel alſo auch den Planeten Erde einſchließt, und ſolchergeſtalt die voraufgehenden Tafeln der Sonne ergänzt, indem, wie ſchon geſagt und wie ich aber auch wohl kaum erſt nochmals hervorzuheben brauche, alles vom eingebildeten (bloß ſcheinbaren) Laufe der Sonne Geſagte natürlich eigentlich und lediglich von dem ſie, gleich den übrigen Planeten, umkreiſenden und ihr nur immer diametral gegenüberſtehenden Planeten Erde gilt.

In ähnlicher Art wird das Vorgetragene bei eigener Vergleichung zur Verſtändniß der nun unter Nummer 7) und 8) auftretenden

Tafeln der Jupiters- und Saturns-Trabanten

hinreichen, über welche ich daher in ein weiteres Detail auch nicht eingehe, und nur zugleich die Einſicht des mit darauf bezüglichen ausführlichen Artikels Nebenplaneten empfehle, wo auch die neueren dießfallſigen Arbeiten aufgeführt ſind.

Den Beſchluß endlich machen

9) mannigfache Hülfstafeln,

von welchen ich ſchon Eingangs die Tafeln der Aberration und Refraction hervorgehoben habe, denen aber die neuere Aſtronomie noch eine Menge anderer Zuſammenſtellungen, z. B. der Längen gemeſſener Grade der Mittagskreiſe (vgl. Erde, S. 558), der Längen des Secundenpendels unter verſchiedenen Breiten (ſ. Pendel, S. 287) u. ſ. w. u. ſ. w. hinzufügt, worüber die citirten Artikel das Nähere enthalten. In weiteſter Ausdehnung müßte ich freilich ſogar der trigonometriſchen und Logarithmen-Tafeln erwähnen, welche ziemlich aller und jeder aſtronomiſchen Rechnung zu Grunde liegen, die ſich aber auch ohnehin ſchon in den Händen meiner Leſer befinden.

Ausführlichere Anweiſung zum Gebrauche dieſer Tafeln enthalten zugleich die Sammlungen der letzteren ſelbſt, beſonders die hier vorzugsweiſe benützte Berliner Sammlung; eben ſo verbindet Lalande mit den Tafeln, die er zu Schluſſe des 1ſten Bandes ſeiner „Astronomie" beibringt, dergleichen Gebrauchs-Anweiſungen, welche mit aller, dieſen Schriftſteller auszeichnenden, ſchönen Klarheit verfaßt ſind; — und außerdem ertheilen Littrow (der verewigte Wiener Aſtronom) in den „Vorleſungen über Aſtronomie." Wien. 1830. 2. B. gr. 8. II. 253 flgd., Encke (der Director der Berliner Sternwarte) im „Aſtronomiſchen Jahrbuche." Berlin. Alljährlich., der Bresl. Aſtronom v. Boguslawski im „Uranus" (Jahresüberſicht der Himmelserſcheinungen). Glogau. u. ſ. w. u. ſ. w. vortreffliche ſolche Gebrauchsanweiſungen.

Mit dieſen Literar-Notizen, denen ich einige mehrere, gleichwie die hiſtori-

ſchen, ſchon im Laufe des Vortrages voraufgeſchickt habe, beende ich denn den gegenwärtigen Artikel über „aſtronomiſche Tafeln.“

Tag; Dies; *Jour*. Man nimmt dieſes Wort zunächſt in einer doppelten Bedeutung: einmal für die Dauer einer ſcheinbaren ganzen Umwälzung des Himmels (in welchem Bezuge die näheren Beſtimmungen gleich folgen); das anderemal, im Gegenſatze von Nacht, für die Zeit des Aufenthaltes der Sonne über dem Horizonte. In der erſten Bedeutung iſt es der aſtronomiſche Tag, welcher in ſeine 24 Stunden (= 1440 Minuten = 86400 Secunden) getheilt wird; in der zweiten der natürliche, wie geſagt, der Nacht entgegengeſetzte Tag, welcher (vergl. unten) eine ſehr ungleiche Dauer hat, und auch wiederum nicht mit dem bürgerlichen Tage, von dem ebenfalls gleich beſonders die Rede ſeyn wird, verwechſelt werden darf.

Unter „aſtronomiſcher Tag“ in der angedeuteten engeren Bezeichnung verſteht man eigentlich den Sterntag (ſ. Sternzeit): die Zeit der Rückkehr eines Fixſterns* in den Meridian, d. h. einer vollen Axendrehung der Erdkugel. Dieſer „Sterntag“ hat, wie im citirten Artikel Sternzeit ausführlich gezeigt wird, eine vollkommen unveränderliche Dauer; ein „Sterntag“ iſt und war (vergl. Aufſteigung, gerade, S. 85) ſchon in den älteſten Zeiten aſtronomiſcher Beobachtung vollkommen ſo lang, als der andere. Und eben ſo muß dem, ſodann in weiterer Bedeutung auch als „aſtronomiſcher Tag“ zu bezeichnenden mittleren Sonnentage (ſ. Sonnenzeit), d. h. der Himmels-Umwälzung in Bezug auf eine ſolche „mittlere“ Sonne, abſolute Unveränderlichkeit beigelegt werden, indem ſich derſelbe vom Sterntage um die conſtante Größe von 3 Minuten 56,3 Secunden Sternzeit unterſcheidet (indem jedweder „mittlere Sonnentag“ eben ſo ſtets 24 St. 3′ 56″,3 Sternzeit wie jedweder Sterntag gerade nur 24 Stunden ſolcher Zeit hält). Die wahren Sonnentage dagegen, als in jener weiteren Bedeutung, drittens und letztlich, ebenfalls „aſtronomiſche“ Tage, ſind untereinander von ungleicher Dauer; ein ſolcher wahrer Sonnentag unterſcheidet ſich in der Dauer von dem als unveränderlich nachgewieſenen mittleren Sonnentage bald um mehr, bald um weniger; und dieſer Unterſchied kann im Maximum bis auf ± 30 Secunden (mittlerer Sonnenzeit) ſteigen.*

* Ich unterſtreiche das Wort „Fixſtern“ da oben, weil man im ſtrengſten Sinne von dieſem „Sterntage“ noch den Tag der erſten Bewegung: der Rückkehr der Nachtgleichen (des Frühlingspunctes) in den Meridian unterſcheidet, welche (ſ. Vorrücken der Nachtgleichen) die bekannte eigene Bewegung unter den Fixſternen haben, demzufolge ſie den Meridian etwas früher wieder erreichen (der zufolge dieſer „Tag der erſten Bewegung“ etwas kürzer als der Sterntag ausfällt). — Die Praxis bemerkt dieſen Unterſchied, deſſen Unmerklichkeit auch im citirten Art. Sternzeit nachgewieſen wird, gar nicht; unter dem theoretiſchen Geſichtspuncte mußte ich ihn hier aber hervorheben.

* Ich bitte Leſer, welche dieſe Unterſuchung noch weiter verfolgen wollen, um Vergleichung des Art. Gleichung der Zeit, S. 660.

Solche Leſer könnten auch noch fragen, ob wahre Sonnentage, deren Verſchiedenheit an Dauer oben ohne Einſchränkung behauptet wird, zuweilen nicht auch unter ſich gleich lang ſeyn könnten? Dieß würde (dem citirten Art. S. 657 gemäß) der Fall ſeyn, wenn die an dieſen Tagen von der Sonne in der Ekliptik durchlaufenen, auf den Aequator reducirten Bögen gleich groß ausfallen, welcher Fall, wie die Betrachtung und Verſinnlichung des Vorganges bald zeigt, z. B. kurz vor und nach dem Sommerſolſtitium (21. Juni) eintritt. In der That dauert aber der wahre Sonnentag des 20ſten auf den 21ſten Juni:

von $0^h\ 1'\ 5'',78$ }
bis $24^h\ 1'\ 18'',09$ } mittlerer Zeit,

alſo 24^h „ $13'',08$,

Den Anfang des Tages ſetzen die Aſtronomen* in den Mittag, nämlich in den Augenblick, zu welchem, je nachdem ſie ſich nur auf wahre oder mittlere Sonnenzeit beziehen wollen, der Mittelpunct der wahren oder mittleren Sonne culminirt (d. h. im letzteren Falle in den Augenblick, zu dem die nach mittlerer „Sonnenzeit“ gehende aſtronomiſche Uhr Mittag oder 0 zeigt), und zählen von da an bis zur nächſten Culmination in ununterbrochener Folge 24 Stunden (welche alſo im erſteren Falle wahre, im letzteren aber mittlere Sonnenſtunden ſind).

Der bürgerliche (ſchon oben vom „natürlichen“ unterſchiedene) Tag dagegen wird, wenigſtens bei den Europäiſchen Völkern (nur in Italien kommt, wie man weiß, noch ein Zählen vom Untergange der Sonne an vor), von Mitternacht angefangen. In dieſer Art haben ihn (Plin. H. N. II. 77) ſchon die Römiſchen Prieſter gerechnet, und die gewöhnliche Meinung, daß die Chriſtliche Kirche bei der Annahme dieſer Anfangszeit auf die nächtliche Geburt Chriſti Rückſicht genommen habe, iſt alſo nicht wahrſcheinlich. Dieſe „bürgerliche“ Rechnung zählt bekanntlich die Stunden von Mitternacht bis 12 Mittags, und fängt mit dem Mittage für den Nachmittag eine neue 12ſtündige Reihe an. Daher treffen, wie ich ſchon in mehreren Artikeln unſeres Werkes, namentlich in Mittag S. 125, hervorgehoben habe, dieſe letzteren Stunden mit den obigen aſtronomiſchen zuſammen, wogegen die reſpectiven Vormittagsſtunden um 12 auseinander ſind; wenn z. B. die bürgerliche Zeitrechnung den achtzehnten Juli früh gerade voll 9 Uhr zählt, ſo hat die aſtronomiſche Rechnung eben erſt die (12 + 9 =) 21ſte Stunde des ſiebenzehnten Juli vollendet.

und des 21ſten auf den 22ſten Juni:
von 0^h 1′ 18″,87 } ſolcher Zeit,
bis 24^h 1′ 31″,95 }
alſo 24^h „ 13″.08,
demnach der Unterſchied der Dauer dieſer beiden ſucceſſiven wahren Sonnentage, wie man ſieht, nur 0″,01 beträgt. — Auf der vorangehenden Seite muß es, ſtatt 09, 87, und ſtatt 08, 09 heißen. Ich nehme die numeriſchen Angaben aus Encke's „Jahrb.“ für 1846.

* Näheres an einem rechnenden Beiſpiele S. 327 dieſes II. Bandes unſeres „Wörterb.“

Der „natürliche“ Tag, auf welchen ich hier zurückkommen wollte, iſt, wie geſagt, die Zeit des Aufenthaltes der Sonne über dem Horizonte, d. h. die Zeit zwiſchen ihrem Aufgange und dem folgenden Untergange, und daher nach dem jedesmaligen Stande der Sonne (nach ihrer Abweichung) und der geographiſchen Breite (Polhöhe) des Beobachters ſehr verſchieden. Man hat nämlich aus Ascenſionaldifferenz

die halbe Taglänge in wahrer Sonnenzeit = 90° + Ascenſionaldifferenz in Sternzeit,

und da wir die bürgerlichen Stunden, angeführtermaßen, vom Mittage ab aufs neue zu zählen anfangen, ſo gibt dieſe halbe Taglänge zugleich die Stunde des Unterganges.

Unter dem Aequator ſelbſt („Sphaera recta“ *), wo die Polhöhe und (vergl. die Formel l. c.) mithin auch die Ascenſionaldifferenz = 0 ſind, iſt die halbe Taglänge jederzeit 6 Stunden, und die „natürlichen“ Tage ſind daſelbſt alſo ſtets 12 Stunden lang.

Zwiſchen dem Aequator und den Polen („Sphaera obliqua“) dagegen iſt die Taglänge veränderlich. Zweimal im Jahre, an den Nachtgleichen, dem 21ſten März und 23ſten September, da die Sonne im Aequator ſteht und ihre Abweichung und (vergl. wieder die Formel l. c.) demnach zugleich ihre Ascenſionaldifferenz = 0 iſt, wird die Länge des Tages auch für dieſe „Sphäre“ = 12 Stunden. So lange die Sonne eine nördliche Abweichung hat, iſt die Ascenſionaldifferenz für Orte in der nördlichen Halbkugel poſitiv, und der Tag alſo länger als 12 Stunden; für Orte der ſüdlichen Halbkugel, wo die Polhöhe ſüdlich, d. h. negativ iſt, wird alsdann die Ascenſionaldifferenz auch negativ, und der Tag kürzer als 12 Stunden (die bloße Verſinnlichung des Vorganges mit Bezug auf die nörd-

* S. d. Art. Sphäre.

liche Halbkugel zeigt dieß Alles auch ohne Formel). Umgekehrt (wie man eben ſo leicht einſieht) fallen die Erſcheinungen aus, wenn die Abweichung ſüdlich iſt; alsdann haben die Nordländer kürzere, die Südländer längere Tage.

Die längſten und kürzeſten Tage treffen in die Zeiten der Sonnenwenden,* den 21ſten Juni und den 21ſten December, wo die Abweichung ein Größtes und der Schiefe der Ekliptik gleich wird. Alsdann iſt sin Asc.-Diff. = tang 23° 28′ 8″ ** . tang Polhöhe; und es dauert danach (ſ. nochmals Ascenſionaldifferenz) für Leipzig der längſte Tag (21ſten Juni) 16^h 22′ 45″ 20‴, der kürzeſte (21ſten Decbr.) 7^h 37′ 14″ 40‴ ***.

Unter den Polarkreiſen, wo die Polhöhe das Complement der Schiefe der Ekliptik wird, † iſt für jene Tage der Sonnenwenden sin Asc.-Diff. = tang Schiefe . cot . Schiefe = 1, mithin die Asc.-Diff. = 90°, und der längſte Tag = 24 Stunden, der kürzeſte = 0. Das heißt: dieſen Orten dauert der Tag Einmal im Jahre volle 24 Stunden, die Sonne geht ihnen dann gar nicht unter; und eben ſo haben ſie Eine eben ſo lange Nacht, die Sonne geht ihnen dann binnen 24 Stunden gar nicht auf (nämlich im ſtreng mathematiſchen Sinne, und namentlich abgeſehen von der Strahlenbrechung, vergl. d. A. und gleich unten). Für die Orte der kalten Zonen (innerhalb der Polarkreiſe) dauert der beſtändige Tag deſto länger, je näher ſie den Polen liegen. Dieſer Tag fängt einem jeden ſolchen Orte an, wenn die Abweichung der Sonne dem Complemente ſeiner Polhöhe gleich wird, und dauert über die Sonnenwende hinaus (nach der Sonnenwende fort), bis die nun abnehmende Abweichung wieder dieſelbe Größe (Tagesgränze) erreicht hat (wie ſich alles dieſes auch im ſchon citirten Art. Nacht mit noch andern verdeutlichenden Worten auseinander geſetzt findet). Einem Orte, der z. B. 70° nördliche* Breite (Polhöhe) hat, fängt dieſer „beſtändige“ Tag (das gänzliche Verbleiben der Sonne über dem Horizonte, denn ein Wechſel von Tag und Nacht hat ſchon früher Statt) dann an, wenn die Sonne (90 — 70 =) 20° nördliche Abweichung bekommt (20ſten Mai), und dauert über den 21ſten Juni hinaus, bis ſie beim Niederſteigen (nach der Sommerſonnenwende) wieder dieſelbe nördliche Abweichung erreicht (19ten Juli).**

* Man könnte auf dieſe Veranlaſſung noch fragen, weßhalb ſich, wie meine Leſer beobachtet haben werden, die Taglängen um die Sonnenwenden eine Zeit lang ſo wenig, um die Nachtgleichen dagegen ſo viel ändern? — In der erſteren beträgt die entſprechende Veränderung der Abweichung der Sonne in 24 Stunden kaum einige Secunden, in den letzteren über ⅓ Grad.

** Ich nehme die Angabe nach einer früheren Notiz; die Schiefe der Ekliptik hat (vergl. d. A.) ſeitdem um eine Anzahl Secunden abgenommen.

*** Beide Beträge machen, wie man ſieht, zuſammen genau 24 Stunden aus. Warum? — Weil Tag und Nacht zuſammen immer = 24 Stunden ſind, der längſte Tag der Nordhalbkugel, dem Vorgetragenen gemäß, aber eben ſo durch die größte nördliche, wie die, alſo gleich lange, längſte Nacht (ſ. d. A.) durch die gleich große, größte ſüdliche Abweichung bedingt iſt.

† Die Polarkreiſe (vergl. d. A.) ſtehen vom Aequator um 66½° ab, d. h. ihre geographiſche Breite („Polhöhe“) beträgt 66½°, davon das Complement = 23½° = der „Schiefe der Ekliptik.“

* Nämlich für die nördliche Halbkugel die nördliche, für die ſüdliche die ſüdliche Abweichung. Man macht ſich die Sache am ſinnlichſten, wenn man gleich die Pole ſelbſt nimmt, deren Polhöhe alſo = 90°, davon das Complement = 0, und deren „beſtändiger“ Tag mit dem Eintritte der Sonne in den Aequator anhebt, wo demnach die Abweichung auch = 0.

** Gehen wir zur Verſinnlichung wieder wie eben, und zwar gleich vom Nordpol aus. Dort iſt der Horizont der Aequator ſelbſt, in welchen die Sonne am 21ſten März tritt, womit der 6monatliche Nordpolartag anhebt. 20° davon, unter dem in Rede ſtehenden 70ſten Grade

Endlich fängt unter den Polen ſelbſt („Spaera parallela“), wo die Polhöhe, angegebenermaßen, = 90°, der „beſtändige“ Tag (man hat dort keinen andern) ſchon mit der Abweichung = 0, d. h. mit der Nachtgleiche an, und endiget erſt mit der folgenden Nachtgleiche. Derſelbe dauert alſo ein völliges Halbjahr, für den Nordpol vom 21ſten März bis 23ſten September, für den Südpol vom 23ſten September bis 21ſten März. Und es iſt demnach, wie man ſich bei näherer Prüfung des in dieſem Artikel Vorgetragenen nunmehr überzeugen wird, überall auf der ganzen Erdkugel und im eigentlichſten Verſtande ein halbes Jahr lang Tag und eben ſo lange auch wieder Nacht; unter dem Aequator haben wir Tag und Nacht immer gleich lang; zwiſchen dem Aequator und den Polen die Summe der Taglängen der Summe der Nachtlängen gleich, und unter den Polen endlich ſo eben die Tagdauer = ½ Jahre gefunden.

Dabei iſt indeß, wie ich ſchon hervorgehoben habe und es jetzt nochmals bevorworte, von allen denjenigen Nebenumſtänden abgeſehen, welche die Dauer der natürlichen Tage modificiren. Denn theils die ſcheinbare Größe der Sonnenſcheibe, auf deren bloßen Mittelpunct ſich der obige Calcül bezieht, und in deren Gemäßheit der obere Rand eher auf und ſpäter untergeht, theils die aſtronomiſche Strahlenbrechung, welche (vgl. d. A.) das Bild der Sonne noch ganz über dem Horizonte erhält, wenn gleich die Scheibe ſchon unter denſelben hinab geſunken iſt (noch den unteren Rand im Horizonte zeigt, wenn ſich, der Wirklichkeit gemäß, bereits der obere in demſelben befindet), verlängern den natürlichen Tag. Der letztere Einfluß auf unſern längſten Tag beträgt, wie ich im citirten Art. Strahlenbrechung nachgewieſen habe,

8½ Minuten;

der erſtere kann in der ebenfalls dort gezeigten Weiſe zu halb ſo viel . 4¼ „

berechnet werden, demgemäß die Dauer des längſten Tages bei uns durch beide Urſachen zuſammen noch um . . . . . 12¾ Minuten

vergrößert wird.

Dieß dürften etwann die wichtigſten, in Abſicht auf den Erdentag zu machenden Anführungen ſeyn; ich bemerke nur noch, daß ich mich über die, unſern (Wochen-) Tagen beigelegten Namen: „Sonntag,“ „Montag“ u. ſ. w. im beſondern Art. Woche auslaſſen werde, wohin mir dieſe Erörterung paßlicher zu gehören ſcheint.

Was dagegen die Tage der übrigen Planeten (vom Tage der Sonne iſt im Art. Sonnenflecke, S. 445, und vom Tage des Mondes in Mond, S. 152, die Rede geweſen) betrifft, ſo kann es ſich dabei natürlich nur um ihren „Sterntag,“ d. h. alſo um die Dauer ihrer Rotation handeln, worüber ſich ſpeciell jeder Planeten-Einzel-Artikel, im Allgemeinen aber der Collectiv-Artikel Planeten verbreitet, in welchem S. 319 nachgewieſen iſt, daß die Axendrehung, der „Tag,“ der vier kleineren Planeten: Mercur, Venus, (Erde) und Mars, übereinſtimmend, nahe 24 Stunden, der drei größeren Planeten: Jupiter, Saturn und Uranus (vom Neptun hat dieß noch nicht ermittelt werden können) aber, in eben ſo naher Uebereinſtimmung, etwann 10 unſerer Stunden dauert. — Mit dieſer betreffenden Hinweiſung auf die genannten Artikel beſchließe ich denn den gegenwärtigen Vortrag über „Tag.“

nördlicher Breite, macht der entſprechende Horizont alſo mit dem Aequator einen gleich großen Winkel von 20°, und dieſen Horizont muß der Tagkreis der Sonne (ihr Parallel) nordwärts tangiren, d. h. ſie muß auch 20° nördlicher Abweichung erreichen, welches den 20ſten Mai erfolgt, um nun beim Höherſteigen bis zur Sonnenwende (21ſten Juni) und beim nachherigen Wiederhinabſinken bis zur ſelbigen Abweichungsgränze (19ten Juli) ganz über dieſem Horizonte bleiben zu können. — Der Wechſel von Tag und Nacht dagegen tritt für dieſe Breite ſchon am 20ſten Januar ein, wo die Sonne nach dem Winterſolſtitium 20° ſüdlicher Abweichung hat.

Tagbogen; Arcus diurnus; *Arc diurne*. Wenn der Tagkreis (ſiehe und vergleiche den gleich folgenden Artikel) NSMT (Fig. 5 der Tafel XXI) eines Geſtirns vom Horizonte HSRT in S und T durchſchnitten wird, ſo heißt der über dem Horizonte liegende Theil * SMT des Geſtirns „Tagbogen,“ gleichwie man den andern, unter den Horizont fallenden Theil TNS den Nachtbogen (Arcus nocturnus; *Arc nocturne*) nennen könnte. Der Meridian HMPQpH theilt beide Bögen in gleiche Hälften, ** daher SM = MT der halbe „Tagbogen“ (Arcus semidiurnus; *Arc semidiurne*) iſt.

Der Bogen des Aequators AD, welcher mit SM zwiſchen denſelben Abweichungskreiſen PMA und PSD enthalten iſt, hat eben ſo viel Grade, Minuten u. ſ. w., als dieſer Bogen SM ſelbſt, und iſt ihm alſo ähnlich; und daher heißt auch AD der halbe Tagbogen desjenigen Geſtirns, dem der Tagkreis NSMT zugehört. Schon beim Worte Ascenſionaldifferenz findet man aber, daß AD = AO + OD = 90° + Ascenſ.-Differenz, und daß das Doppelte AD in Zeit verwandelt, die Dauer der Sichtbarkeit des Geſtirns gibt, und man überſieht hieraus leicht, daß für Geſtirne, welche im Aequator ſelbſt ſtehen, der Tagbogen ein Halbkreis, für die in der nördlichen Halbkugel befindlichen aber, mit Bezug auf einen Beobachter in eben derſelben, größer, und für die ſüdlichen (deren Ascenſional-Differenz negativ) kleiner als der Halbkreis iſt.

Wenn die nördliche Abweichung des Geſtirns = QR = dem Complemente der Polhöhe PR wird, ſo iſt die Ascenſionaldifferenz = 90°, alſo AD = 180°, und der Tagbogen verwandelt ſich in einen Ganzkreis; es fällt nämlich dann der Tagkreis RK des Geſtirns ganz über den Horizont, und daſſelbe geht gar nicht unter. Immer mehr gilt dieß von ſolchen Geſtirnen (Firſternen), welche dem Pole noch näher ſtehen, d. h. deren nördliche Abweichung noch größer, als das Complement der Polhöhe (geographiſche Breite) * ausfällt.

Iſt hingegen die ſüdliche Abweichung des Geſtirns = AH oder noch größer, d. h. kommt dieſe Abweichung der Aequatorshöhe (dem Complemente der Polhöhe) des Beobachters gleich oder übertrifft ſie dieſelbe, ſo fällt der ganze Tagkreis,

* „Theil,“ nicht „Hälfte,“ indem (vergl. die folgende Anmerk.) die Halbirung, wie ich zur Verſinnlichung alsbald hervorhebe, bloß für „Sphaera *recta*“ Statt hat. — Wenn man ſich nur dieß recht vorſtellig macht, ſo kann man die ganze Figur, welche ohnedieß nicht viel nützt, gleich entbehren.

** Man muß dieſe genaue „Halbirung“ durch den Meridian, nicht mit der obigen bloßen „Theilung“ durch den Horizont verwechſeln, woraus (vergl. die voraufgehende Anmerk.), wie geſagt, nur für „Sphaera *recta*“ auch gleich „Halbirung“ wird. Ferner kann, wie ich, um einer andern Einwendung gelehrterer Leſer zu begegnen, ebenfalls gleich bevorworte, die vollkommene Gleichheit der vormittägigen und nachmittägigen Hälfte des „Tagbogens“ (ſeine genaue „Halbirung“ durch den Meridian) nur von ſolchen Geſtirnen (Firſternen) behauptet werden, welche ihre Abweichung vom Auf- bis zum Untergange ſchlechterdings nicht ändern. Die Sonne dagegen z. B. gebraucht in unſern Breiten zur Zeit des Frühlingsäquinoctiums faſt 1 Zeitminute mehr, um vom Meridian zum Weſthorizonte, als vom Oſthorizonte zum Meridian zu gelangen; wegen der dann abnehmenden ſüdlichen Abweichung iſt die nachmittägige Hälfte des Tagbogens dann um 15 Bogenminuten (als ſo viel auf jene 1 Zeitminute kommen) größer als die vormittägige.

* Der Beobachtungsort habe z. B. 50° nördlicher Breite (Polhöhe), ſo macht ſein Horizont mit dem Aequator einen Winkel von 40° (dieſes Beobachters Aequatorshöhe, Complement der Polhöhe, beträgt 90 — 50 = 40°); der nördliche Horizontrand ſteht demzufolge vom Aequator 40° ab; und wenn ein Firſtern (andere Geſtirne erreichen keine ſo große Abweichung) alſo eine nördliche Abweichung gerade von den obigen 40° oder von mehr als 40° hat, ſo bleibt er immer über dieſem Horizonte.

wie HJ, unter den Horizont, und in dieſem Falle geht das Geſtirn für die nördliche Halbkugel gar nicht auf.

Tagkreiſe; Circuli diurni; *Cercles diurnes.* So nennt man alle mit dem Aequator parallele Kreiſe der Himmelskugel (ſ. Parallelkreiſe). Durch jeden Punct der Himmelskugel oder durch jedes Geſtirn S (dieſelbe Figur 5 der Tafel XXI) kann ein ſolcher Kreis, wie NSMT, gezogen werden. Und da die 24ſtündige Umwälzung der Himmelskugel nach einer dem Aequator parallelen Richtung erfolgt, ſo iſt jener Kreis eben derjenige, in welchem das Geſtirn S durch die „gemeine“ Himmelsbewegung täglich Einmal herumgeführt wird, daher man ſelbigem Kreiſe eben den Namen des „Tagkreiſes“ des Geſtirns beilegt.

Manche Tagkreiſe, wie NSMT, werden von dem Horizonte HR des Beobachters durchſchnitten und ſolchergeſtalt in einen Tagbogen (vgl. d. A.) und einen Nachtbogen getheilt; andere, wie RK, fallen ganz über oder, wie HJ, ganz unter den Horizont (wir ſehen z. B. die Sonne Morgens in den Horizont treten und den Tagbogen ihres Tagkreiſes bis zum Abend hin über demſelben beſchreiben, indeß ihr Nachtbogen unter denſelben fällt; die Tagkreiſe der „nördlichen“ Circumpolarſterne (vergl. d. A.) fallen dagegen für uns ganz über, und der „ſüdlichen“ ganz unter unſern Horizont). Der Mittagskreis HMPQpH ſchneidet jeden Tagkreis zweimal ſenkrecht, einmal an ſeiner höchſten, das anderemal an ſeiner niedrigſten Stelle, z. B. den Tagkreis NSMT in M und N, ſo daß ſich beide Durchſchnittspuncte im Tagkreiſe ſelbſt einander gerade (den Durchmeſſer dieſes Kreiſes zwiſchen ſich habend) gegenüber ſtehen. Daher geht jedes Geſtirn täglich zweimal durch den Meridian („obere“ und „untere“ Culmination, ſ. d. Art. S. 211); beide Durchgänge ſind aber natürlich nur ſichtbar, wenn der ganze Tagkreis über dem Horizonte liegt, wie namentlich bei den eben erwähnten „Circumpolarſternen.“

Man kann die Tag- (Parallel-) Kreiſe, gleich allen übrigen Kreiſen, in Grade, Minuten, Secunden theilen; da ſie aber kleinere Kreiſe der Sphäre ſind, ſo finden ſich auch dieſe ihre Grade kleiner, als die Grade des größten Kreiſes, nämlich des Aequators, auf den ſie (die „Parallelkreiſe) ſich beziehen. Es ſpringt in die Augen, daß hierbei eben das Verhältniß Statt findet, welches für die Parallelkreiſe (S. 267) der Erdkugel angegeben iſt, nur daß man am Himmel Dasjenige Abweichung (S. 21) nennt, was auf der Erde (in der Geographie) Breite heißt, nämlich der Abſtand AM = QN vom Aequator. Mithin iſt:

Grad des Tagkreiſes = Grad des Aequators . cos Abweichung;

für ein Geſtirn von 60° Abweichung z. B. iſt ein Grad ſeines Tagkreiſes (linear) nur ($\cos 60^\circ = \sin 30^\circ = 1/2$) halb ſo groß, als ein Grad des Aequators.

Nun durchläuft jedes Geſtirn ſeinen ganzen Tagkreis in 24 Stunden (und zwar, abgeſehen von der Eigenbewegung, wie wir, um einer Bedenklichkeit vorzubeugen, hier thun wollen, in 24 Sternſtunden), alſo jede 15° deſſelben in 1 Stunde, jeden Grad in 4 Minuten, jede Minute in 4 Secunden „Sternzeit“; nach dem angegebenen Verhältniſſe bringt man aber dieſe Grade u. ſ. w. auf Grade größter Kreiſe, indem man ihre Zahl durch den Coſinus der Abweichung des Geſtirns (des Fixſterns) multiplicirt; — und alſo kann man ſich der täglichen Bewegung (der „Tagkreiſe“) auch noch zu dem Zwecke bedienen, kleine Größen am Himmel durch die Zeit auszumeſſen.

Um dieß an einem Beiſpiele zu zeigen, wolle man die (Bogen-) Größe des Durchmeſſers des Geſichtsfeldes eines Fernrohrs beſtimmen, ſo richtet man dieſes Fernrohr dergeſtalt auf einen Fixſtern von z. B. den obigen 60° Abweichung, daß derſelbe, indem das Fernrohr nun ferner unbewegt bleibt, jenen Durchmeſſer durchläuft, und finde, daß dieß in 4 Zeitminuten geſchehe; — in 4 Minuten durchläuft dieſer Stern aber 1 Grad, welcher 1°, reducirt auf den größten Kreis, wie der „Durchmeſſer“ einem ſolchen entſpricht ($1/2 . 1^\circ =$) 30 Bogenminuten als die geſuchte Durch-

meſſergröße austrägt.* — Dieß iſt der Geiſt desjenigen Verfahrens, kleinere Himmelsgrößen mit Bezug auf die Zeit des Durchganges durch das Geſichtsfeld des Fernrohres (d. h. alſo mit Bezug auf den „Tagkreis") zu beſtimmen, wovon ich ſchon im Art. Mikrometer (Kleinmeſſer) S. 119 gehandelt habe, und welchen Artikel ich deßhalb hierbei zu vergleichen bitte.

Der Aequator läßt ſich ſelbſt als ein „Tagkreis," nämlich als der größte von ihnen allen, betrachten; derſelbe gibt z. B. den Tagkreis der Sonne an den Nachtgleichentagen, des Mondes zu derjenigen Zeit ab, da deſſen Abweichung = 0 iſt u. ſ. w. Die Wendekreiſe (ſ. d. A.) ferner werden an den Tagen der Solſtitien die Tagkreiſe der Sonne, und die Polarkreiſe (vergl. auch dieſen Art.) endlich und ſchließlich ſind die „Tagkreiſe" der Pole der Ekliptik.

Tangentialkraft, vergl. die beiden Artikel Centralbewegung und Centralkräfte, wo mehrfach von einer ſolchen, zur Erklärung des Umlaufes der Planeten um den Kraft- (Central-) Punct des Syſtems (d. h. alſo um die Sonne) poſtulirten Kraft die Rede iſt, und welche man auch entſtehen laſſen kann aus Zerlegung der nach jenem Centralpuncte gerichteten (Central-) Kraft in eine auf die Bahn ſenkrechte (Normal-) und eine andere nach der Richtung der Bahn gehende („Tangential"-) Kraft. Das Weitere, wie geſagt, in den bezeichneten Artikeln.

Tavtochroniſch; Tavtochrona; *Tautochrones.* So nennt man gewöhnlich Wirkungen, welche, wie z. B. die Schwingungen des Pendels, von denen dieß im vollkommenſten Sinne des Wortes wenigſtens der Fall ſeyn ſollte, in gleich langen Zeiten erfolgen; und, alſo verſtanden, habe ich das „Tavtochroniſche" mit dem „Iſochroniſchen" (vergl. den Art.) für gleichbedeutend erklärt.

In einem engeren Sinne aber (wenn gleich nicht etymologiſch begründet) gebraucht man dieß Wort „Tavtochroniſch" beſonders von ſolchen Himmelsereigniſſen, welche, wie z. B. die Verfinſterungen der Jupiterstrabanten (vgl. Finſterniſſe, S. 538), für alle Beobachter zu ein und demſelben abſoluten (phyſiſchen) Zeitmomente eintreten.

Tavtochroniſche (oder „Iſochroniſche") **Linien**, Linien von Einerlei Zeiten des Falles, werden (der im vorangehenden Artikel angegebenen gewöhnlichen Bedeutung von „Tavtochroniſch," als identiſch mit „Iſochroniſch," gemäß) insbeſondere ſolche Curven genannt, deren tiefſten Punct ein fallender Körper in gleich langen Zeiten erreicht, wie groß oder klein auch der dabei zu durchlaufende Bogen der Curve ſey. Eine ſolche Linie iſt z. B. die Cykloide, deren wir unter dieſem Geſichtspuncte im Art. Pendel, S. 281, erwähnt haben.

Teleologie (von τελος, der Zweck); Teleologia; *Téléologie.* Die Lehre von der Zweckmäßigkeit in der Einrichtung der Welt, wo hier unter „Welt," und in unſerem aſtronomiſchen Sinne, die Geſammtheit der Geſtirne, namentlich der, unſer ſpecielles Syſtem bildenden Weltkörper: Planeten, Monde, Kometen, verſtanden wird, und beſonders der darauf gebauete Beweis für das Hervorgegangenſeyn dieſer Welt aus den Händen eines weiſen und gütigen Schöpfers.

Bei der Unterſuchung der Natur, wie ich alle meine Leſer dazu geneigt und mehr oder weniger auch damit beſchäftigt annehme, drängen ſich uns nämlich gleichſam von ſelbſt und allaugenblicklich Betrachtungen über die in die Augen ſpringenden wohlthätigen Folgen der wirklichen Welt-Einrichtung auf; und es fällt unmöglich, den Zuſammenhang zwiſchen dem, in dieſem erhabenen Sinne erreichten Zwecke und den dazu in Anwendung gekommenen Mitteln einem blinden Ungefähr zuzuſchreiben. Ueberall veroffenbart ſich ein ſolcher weiſer, auf Rückſichten namentlich für denkende und empfin-

* Man könnte fragen, warum hierbei nicht lieber gleich ein im Aequator ſelbſt ſtehender Fixſtern gewählt wird? Allein man will eben des Vortheiles der Anwendung eines jeden beliebigen Sterns genießen.

bende Weſen begründeter Plan; — und insbeſondere iſt es der Menſch, der Vernunft-begabte Bewohner aller, auch der verſchiedenſten Himmelskörper, welcher bei dieſen Einrichtungen vorzugsweiſe berückſichtiget zu ſeyn ſcheint. Denn ich dehne den ſolchergeſtalt bezeichneten Begriff „Menſch“ über die engen Schranken unſeres Erdballs in die Unendlichkeit des Univerſums aus, poſtulire überall „Menſchen,“ in höherem oder niederem Sinne, und weiſe dem Erdenmenſchen nach ſeinem Austritte aus dem beſtimmten planetariſchen Leben zugleich eine nie abbrechende Folge vollkommener Geſtirn-Exiſtenzen * an, wodurch ich ihn in das All einbürgere.

Aus dieſer Betrachtung des „Zweckmäßigen,“ und zwar alſo nicht bloß auf der kleinen Erde, ſondern auf allen Weltkörpern, ſoweit die Betrachtung irgend reicht, zunächſt aber auf den übrigen Geſtirnen unſeres Syſtems, in welchem wir überall nur Ordnung, Regelmäßigkeit, Fürſorge für Erhaltung des Ganzen ** beobachten und an unzähligen Stellen unſeres Werkes nachgewieſen haben, entnehmen wir nun den angedeuteten Beweis für das Entſtehen der Schöpfung aus der Hand eines allweiſen und allgütigen Schöpfers, welchen ſchon die Alten (Cic. „Tusc. Disput.“ I. 28, 29. und ferner „De nat. Deor.“ II. 37, 38.) als einen der ſtärkſten anſahen; — und die Bildung dieſes Beweiſes durch dergleichen Betrachtungen über die Zweckmäßigkeit der Welteinrichtung führt uns zur näheren Erkenntniß des Höchſten Weſens und reißt uns zu Seiner Bewunderung und demüthigen Verehrung hin (Quatenus ex philosophia naturali intelligere possumus, quaenam sit prima rerum Causa, et quam potestatem et jus Ea in nos habeat, et quae beneficia Ei accepta sint referenda; eatenus officium nostrum erga Eam, aeque ac erga nosmetipsos invicem, quid sit, per lumen Naturae innotescit.“ *Newtoni* „Optice.“ Lib. III. sub fine).

Der ſolchergeſtalt gebildete Beweis für das Daſeyn und die Eigenſchaften des Höchſten Weſens nun heißt, dieſem ſeinem Urſprunge gemäß, gewöhnlich der „teleologiſche,“ oder beſonders in der Beſchränkung auf die uns zunächſt zugängliche Erdnatur der phyſikoteleogiſche; bei der von uns gemachten Ausdehnung auf das Univerſum aber dürfen wir ihn den „aſtronomiſchen“ nennen, und in dieſer Ausdehnung und der darauf begründeten Benennung auch überhaupt die Berechtigung finden, den Artikel „Teleologie“ vor unſer Forum gezogen zu haben. — Weiter aber gehe ich auf die, eigentlich der Philoſophie zugehörige Unterſuchung in den mir geſteckten Gränzen auch nicht ein, und verweiſe Leſer, welche Erſchöpfenderes verlangen, vielmehr auf ein derſelben ausdrücklich gewidmetes Werk: „Die Teleologie, oder Lehre von den Zwecken.“ Von Bornemann. Berlin. 1827. 8.

Teleskop, ſ. Fernrohr und Spiegelteleskop.

Tellurium; Tellurium; *Planétaire* (ich kenne nur dieſen allgemeinen franzöſiſchen Ausdruck, keinen beſtimmteren). Ein Modell zur Verſinnlichung der bei dem Jahresumlaufe des Planeten Erde um die Sonne eintretenden Erſcheinungen.* Ich habe hierüber in weiterer Bedeutung ſchon unter dem Worte Planetarium gehandelt, indem ſich ein ſolches „Planetarium“ von dem hier in Rede ſtehenden „Tellurium“ nur dadurch unterſcheidet, daß letzteres, wie geſagt, auf den Einen Planeten Erde eingeſchränkt iſt, wogegen erſteres das ganze Syſtem darſtellt. In dieſer Be-

* „Still-Leben, oder: Ueber die Unſterblichkeit der Seele.“ Von Dr. Joſeph Emil Nürnberger. 2te Aufl. Kempten, Dannheimer. 1842. 8., — welchem ganzen Werke dieſe erhabene Idee zu Grunde liegt.

** Man vergleiche vorzugsweiſe den, dem erſten Bande des gegenwärtigen Werkes unter der Aufſchrift: „Ueber die Architectonik des Himmels“ beigegebenen, bezüglichen Anhang.

* Man gibt der Erde zuweilen auch gleich den Mond bei, oder macht auch ein Modell bloß vom Mondlaufe um die Erde, welches man dann Lunarium nennt. — Ich bitte, dieß letztere Wort an ſeiner alphabetiſchen Stelle, wo es ausgelaſſen iſt, nachzutragen.

ziehung iſt der Mechanismus, wie man denſelben früher anwendete, l. c. mit hinreichender Ausführlichkeit beſchrieben.

Unter den verſchiedenen Apparaten dagegen, welche man in neuern Zeiten erſonnen hat, um die Bewegung des Mondes um die Erde, und beider um die Sonne, ſo wie die davon abhängigen Erſcheinungen, anſchaulich zu machen, verdient das von dem Lehrer Meißner zu Alt-Landsberg conſtruirte „Tellurium“ und „Lunarium“ eine beſondere Empfehlung, weil es einfach und zweckmäßig eingerichtet, deutlich alle diejenigen Erſcheinungen zeigt, welche an einem ſolchen Apparate nachgewieſen werden können, und dabei eine ſolche Größe beſitzt (die Erdkugel hat 4½ Zoll Durchmeſſer), daß die Demonſtrationen von jeder Stelle eines Schulzimmers deutlich zu ſehen ſind. Iſt der Apparat gehörig eingeſtellt, was keine Schwierigkeiten macht, ſo genügt eine einmalige Umdrehung des langen Hebelarmes, um daran nachzuweiſen: die Bewegung der Erde um die Sonne und die unverrückte Axenſtellung der erſteren während ihres jährlichen Laufes, die Entſtehung der Tage und Nächte, ſo wie der Jahreszeiten und der verſchiedenen Erdzonen, die Verſchiedenheit der Tages- und Nachtlängen, den Zeitunterſchied unter den verſchiedenen Meridianen, die Bewegung des Mondes während des Jahres, ſeine Axendrehung, Neigung der Bahn und Knoten, die Erſcheinung ſeines Lichtwechſels und ſeiner Lichtgeſtalten, die Sonnen- und Mondfinſterniſſe, woran ſich dann auch die Erklärung der Ebbe und Fluth, ſo wie anderer Erſcheinungen anſchließen läßt. Eine deutlich geſchriebene Erläuterung zur Behandlung des Inſtruments und zur Demonſtration wird demſelben beigegeben. Es koſtet 5 Thaler, und in den Händen eines kundigen Lehrers wird es überall ſehr nützliche Dienſte leiſten, wie es ſich auch zu Weihnachts- und Geburtstagsgeſchenken für Kinder vorgerückteren Alters und junge Leute vortrefflich eignet. Bis jetzt iſt daſſelbe nur von Hrn. Meißner ſelber zu beziehen, an den man ſich wenden muß. Eine größere Zahl von Beſtellungen wird ihn ohne Zweifel veranlaſſen, eine Niederlage dieſer Apparate in Berlin zu errichten, um ſolche mit geringerer Umſtändlichkeit erlangen zu können, und freuen ſollte es uns, wenn dieſer Fingerzeig dazu das Seinige beitrüge.

Dieſe Notiz wird aber bei entwanniger Vergleichung des erwähnten Artikels über den Gegenſtand vollkommen hinreichen.

Temperatur; Temperatura; *Température.* Das Wort „Temperatur“ (abgeſehen von ſeinen andern Bedeutungen, namentlich der akuſtiſchen) bezeichnet die in Beziehung auf Wärme und Kälte Statt findenden Zuſtände der Körper überhaupt, unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte insbeſondere aber der verſchiedenen Weltkörper, namentlich unſeres Syſtems. Die Temperaturverhältniſſe des Planeten Erde* zunächſt anlangend, ſo lehrt uns die tägliche Erfahrung, daß dieſelben vorzugsweiſe von dem Stande der Sonne abhängig ſind, und man iſt dadurch auf die Anſicht geleitet worden, ſodann für die übrigen Planeten die größere oder geringere Sonnen-Entfernung als allein maßgebend hierin zu betrachten. Allein wenn dieß ſo unbedingt der Fall wäre, ſo müßte, wenigſtens im Allgemeinen, auf den der Sonne näheren Geſtirnen: Mercur und Venus, eine ſtete, in demſelben Verhältniſſe höhere, auf den entfernteren Syſtemskörpern aber, z. B. auf dem Jupiter, ähnlichermaßen eine ſo viel niedrigere „Temperatur“ Statt finden.

Dagegen habe ich in den betreffenden Artikeln auf diejenigen Mittel hingewieſen, welche von der Vorſehung angewendet worden ſind, um eine Ausgleichung herbeizuführen, und ich habe dieſes Mittel vorzüglich in einer verſchiedenen atmoſphäriſchen Conſtitution nachgewieſen. Die Beobachtung ſelbſt läßt uns auf eine feinere Mercurs-Luft

* Die näheren Unterſuchungen über die Temperatur des Planeten Erde in ſpecie, namentlich über ſeine Innerwärme gehören auch in die ſpecielle Geographie, und müſſen hier ausgeſchloſſen bleiben; ich kann in meinem Vortrage nur den comparativen aſtronomiſchen Standpunct für das ganze Syſtem feſthalten.

ſchließen, welche weniger zur Entwicklung von Wärme aus den Sonnenſtrahlen geeignet iſt, wogegen Jupiter, um bei dieſen beiden Beiſpielen ſtehen zu bleiben, eine dichtere, der Wärme-Erzeugung günſtigere atmoſphäriſche Conſtitution beſitzt. Die Analogie zwingt uns, daſſelbe auch für die übrigen Syſtemskörper zu poſtuliren, und die „Temperatur" auf jedem derſelben ſolchergeſtalt von der, allemal dem reſpectiven Sonnen-Abſtande angepaßten atmoſphäriſchen Conſtitution abhängig zu machen, womit demnach die Schlüſſe von Wärme- und Kälte-Extremen, welche man ſonſt aus jenen bloßen Entfernungen gezogen hat, wegfallen *.

Auf ein Mehreres, als dieſen, alſo auch in teleologiſch-analogiſcher Rückſicht wichtigen Satz habe ich mich aber, bevorwortetermaßen, über „Temperatur" nicht einlaſſen wollen, und beſchließe daher den Artikel hiermit, indem ich, als Literar-Notiz, nur noch bemerke, daß ſich weitere Unterſuchungen über die, von mir in die eigentliche Geographie verwieſene ſpecielle Temperatur der Erde in dem, durch den Wiener Aſtronomen Littrow für die viel citirte zweite Auflage von Gehler's „Phyſikaliſches Wörtrb." gelieferten, überaus umfangreichen (430 Seiten gr. 8.) Artikel „Temperatur" finden.

Theodolit ** (zunächſt vom Engliſchen Theod'olite, Meßſcheibe; urſprünglich aus dem Griechiſchen; einen Lateiniſchen Ausdruck mögen ſich die Leſer ſelbſt bilden); *Théodolite.* Ein durch Verbindung eines horizontalen mit einem verticalen (einem „Höhen"-) Kreiſe gebildetes Winkelmeßinſtrument, und mit dem man daher eben ſowohl horizontale Diſtanzen, als Geſtirnhöhen meſſen kann. Erſtere Abſicht liegt aber beim „Theodoliten" zunächſt zu Grunde, daher man auch jenen horizontalen Kreis mit beſonderer Sorgfalt conſtruirt, und das Inſtrument vorzugsweiſe zu geodätiſchen Meſſungen anwendet, bei welchen ſolche „horizontale Diſtanzen" öfter in Betracht kommen. Uebrigens aber gleicht die Einrichtung der des Multiplicationskreiſes * (vergleiche d. A.), unter dem Geſichtspuncte eines, nicht auf den Meridian beſchränkten, ſondern in jedwedem beliebigen Vertical anwendbaren Höhenkreiſes; und ich verweiſe, nachdem ſomit wenigſtens der Begriff der Sache feſtgeſtellt worden iſt, wegen des Details um ſo lieber auf letzteren Artikel, als der „Theodolit", wie geſagt, mehr vor das Forum der Geodäſie als der eigentlichen Aſtronomie gehört. Hier bleibt daher nur, in hiſtoriſcher und literariſcher Rückſicht noch anzuführen, daß die Erfindung des „Theodolithen" dem bekannten Baierſchen Optiker Reichenbach (vergl. d. Art. Achromatiſch, S. 36) angehört, und daß man ein eigenes Werkchen über dieſes Inſtrument von Breithaupt „Beſchreibung eines neu eingerichteten Theodoliten". Düſſeldorf. 1827. 4. beſitzt.

Thermometer, Thermoſkop, Wärmemaß; Thermometrum; *Thermomètre.*

* Damit ſoll nicht geſagt ſeyn, daß die verſchiedenen Weltkörper nicht auch noch mit andern Mitteln der Selbſt-Wärme-Erzeugung ausgerüſtet ſeyn könnten. Ich habe z. B. für den Jupiter (S. 832) ein eigenes Lichtentwicklungs-Vermögen nachgewieſen; und man findet ſich ſchon dadurch zur Ausdehnung auch auf die Wärme gezwungen.

** Auch Geodolit, und wohl noch paßlicher, indem das Inſtrument (vgl. oben) öfter zu geodätiſchen, als aſtronomiſchen Meſſungen angewendet wird.

* Ich habe in dieſem Artikel, bevorwortetermaßen, beſonders nur die Abſicht gehabt, das „artificium multiplicationis" genauer hervorzuheben, und deßhalb bloß den darauf bezüglichen Theil der Einrichtung recht beſchrieben. Man gibt dem „Multiplications"-Kreiſe aber, wie ich, des Obigen wegen, nun nachträglich anführen muß, eben wegen ſeiner im Texte erwähnten Anwendung als „Höhenkreis" in jedem Vertical, auch einen Horizontalkreis zur gleichzeitigen Bezeichnung des Azimuths dieſes Verticals bei; nur iſt hier letzterer Horizontalkreis eben ſo Neben-, und der verticale Kreis dagegen Hauptſache, als ſich dieß, ſ. wieder oben, beim Theodoliten vielmehr gerade umgekehrt verhält.

Die nähere Beſchreibung dieſes Werkzeuges, deſſen ich hier doch als eines aſtronomiſchen Hilfsinſtrumentes* erwähne, indem von ſeiner Mitanwendung für unſere Wiſſenſchaft z. B. erſt noch im Art. Strahlenbrechung die Rede geweſen iſt, gehört in die Phyſik, und wird in allen Lehrbüchern dieſer Wiſſenſchaft gewährt. Als eine ganz beſonders ausgezeichnete Darſtellung der Lehre vom „Thermometer“ empfehle ich indeß den vom Heidelberger Phyſiker Muncke, für die viel citirte zweite Aufl. von Gehler's „Phyſikaliſches Wrtrb.“ gearbeiteten Artikel, welcher, in nicht zu weiter Ausdehnung (200 S. gr. 8.), gleichwohl nichts Weſentliches vermiſſen laſſen dürfte.

Thierkreis; Zodiacus, Signifer („Signum“ und „ferre“, weil der Thierkreis die Ekliptik mit den — vergl. hinten — oft auf ſie bezogenen „Zeichen“ enthält); *Zodiaque.* Dieſen Namen führt die, zwiſchen zwei der Ekliptik, zu ihren beiden Seiten, parallelen und gleich weit von ihr abſtehenden Kreiſen eingeſchloßne Himmelszone, innerhalb welcher die Sonne, der Mond und die Planeten (wenigſtens die älteren; die „Planetoiden“ — vergl. d. Art. und Pallas S. 245 finden ſich nicht darauf eingeſchränkt**) immer anzutreffen ſind.

Die Bahnen der älteren Planeten*** machen nämlich (vergl. Neigung*) mit der Ebene der Erdbahn (Ekliptik) nur kleine Winkel: ſie können ſich daher nie weit von der Ekliptik entfernen; und nur bei der Venus ſteigt — ſ. d. Anmerk. — dieſe Entfernung, im Maximum, geocentriſch, auf etwann 9°, d. h. der Breitenkreis-Bogen, welcher den Abſtand der Venus (ihres Mittelpunctes) von der Ebene der Ekliptik mißt, kann, von der Erde ausgeſehen, höchſtens 9° groß erſcheinen (wogegen ſich derſelbe in der Sonne, welcher der Planet weniger nahe kommt, ſogar nie größer als etwann 3° zeigt). Wenn man daher in dieſer Entfernung der 9 (bis 10) Grade, zu beiden Seiten der Ekliptik, die geforderten Grenzkreiſe mit ihr herumführt, ſo iſt der irdiſche Beobachter,

* Unter dem nämlichen Geſichtspuncte eines, z. B. ebenfalls bei Refractions-Beſtimmungen, nothwendigen „aſtronomiſchen Hilfs-Inſtrumentes“ hätte auch der, in ſeiner alphabetiſchen Folge ausgelaſſene Barometer (Luftſchwere-Meſſer) erwähnt werden ſollen. Ich bitte daher, das Wort dort nachzutragen, und verweiſe, wegen Verfolgung des Gegenſtandes ſelbſt, auf den für das oben genannte Werk von demſelben Verfaſſer gearbeiteten, nicht zu umfangreichen (100 S. gr. 8.) trefflichen Artikel.

** Dieſelben werden daher von Herſchel (dem Sohne) in ſeiner Aſtronomie (franzöſiſche Ausgabe, Brüſſel, 1835. kl. 8. S. 323) mit dem Namen der „ultrazodiakalen“ belegt.

*** Die Sonne (Erde) beſchreibt die Ekliptik ſelbſt, und der Mond weicht nur um wenige Grade von ihr ab.

* Ich citire zwar dieſen Art. Neigung, bevorworte aber ſogleich und ausdrücklich, daß in demſelben, gemäß dem Geiſte der neueren Planetentheorie, welche ſich auf die Sonne, als Centralpunct der planetariſchen Bewegung, bezieht, bei „Neigung“ ohne weiteres immer heliocentriſche Breite verſtanden wird. Der hier betrachtete „Thierkreis“ dagegen gehört (ſ. oben) ſchon der älteſten Aſtronomie an, die dagegen die Erde in das Centrum ſetzte, und demnach nur geocentriſche Breiten (Neigungen) kannte, dem zu Folge ſie die Grenzen ihres „Thierkreiſes“ beſtimmte. Zwiſchen dieſen geocentriſchen und jenen heliocentriſchen Breiten beſteht aber ein ſehr bedeutender Größen-Unterſchied; die größte heliocentriſche Breite (die Neigung) der Venus z. B. beträgt nur etwann 3°; aus der dieſem Planeten zuweilen viel näher kommenden Erde aber kann die (alſo geocentriſche) Breite bis auf 9° ſteigen (ein von dem Mittelpuncte der Venus auf die Ebene der Ekliptik herabgelaſſener Perpendikel — Breitenkreis-Bogen — kann in der Sonne höchſtens 3°, von der dem Planeten näher kommenden Erde aus betrachtet aber 9° groß erſcheinen). Der Thierkreis, und dieß will ich auch hiermit nur nochmals erſt ganz beſonders hervorheben, nimmt alſo immer die Erde als ſeinen unbeweglichen Mittelpunct an.

wie geſagt, gewiß, in der dadurch gebildeten Himmelszone, außer der Sonne und dem Monde, die älteren Planeten immer anzutreffen.

In dieſer, demnach in ihrer Mitte die Ekliptik (Sonnenbahn) enthaltenden Zone ſtehen alſo auch die Sternbilder: Widder, Stier u. ſ. w., von welchen die 12 Zeichen der Ekliptik (vergl. d. A.), nämlich die ſogenannten „Signa coelestia,“ *Signes célestes*, ihre Namen führen; und da die Umriſſe dieſer Zeichen oder Sternbilder*, wie man ſieht, meiſtens von Thieren („Widder“, „Stier“) hergenommen ſind, ſo iſt daher die Benennung „Thierkreis“, „Zodiakus“ (von ζωον, animal) entſtanden. Ich muß hierüber in einiges Detail eingehen, und bitte die Leſer, dabei zunächſt die Namen und Charaktere dieſer zwölf „Zeichen“ des Thierkreiſes, wie ſie im Art. Ekliptik, S. 297 in Einer Ueberſicht, und mit Angabe der Zeiten, zu welchen die Sonne ein jedes derſelben erreicht, aufgeführt ſind, zu vergleichen. An dem, mit Verweiſung hierher, ſchon oben erwähnten ſehr hohen Alter dieſer Art von Bezeichnung des Thierkreiſes ſodann iſt aber gar nicht zu zweifeln, da an mehreren Orten Egyptens und Oſtindiens, den (vergl. Aſtronomie, S. 59) bekannteren Sitzen früherer aſtronomiſcher Kenntniſſe, dergleichen Thierkreiſe aufgefunden worden ſind, von welchen ich beſonders den Thierkreis von Denderah erwähne, indem derſelbe eine außerordentliche Aufmerkſamkeit erregt hat, und vielen meiner Leſer auch wohl ſchon aus den davon erſchienenen Beſchreibungen** bekannt iſt. Während der Franzöſiſchen Feldzüge unter Buonaparte in Egypten entdeckte man nämlich in den Ruinen der alten Stadt Denderah (Tentyris) in Ober-Egypten einen großen Tempel, und an der Decke deſſelben die wohl erhaltene Abbildung unſerer zwölf Thierkreis-Sternbilder, in der Ordnung, in welcher der Sonnenlauf durch ſie hin erfolgt, an ihrer Spitze namentlich das Sternbild des Löwen, als gleichſam zuerſt über dem Eingange des Tempels hervortretend, eine Anordnung, welche ſich auf das Ruraljahr der Egypter bezogen zu haben ſcheint*. Das dieſen Thierkreis enthaltende Tempeldeckenſtück iſt ſpäter von den Franzoſen abgenommen und nach Paris gebracht worden, wo es im Muſäum aufbewahrt wird und alſo, da wenigſtens das hohe Alter der Ruine eine Thatſache iſt, als augenſcheinlicher Beweis des behaupteten frühen Urſprunges unſerer Thierkreisbezeichnung dient.

Bei der, auch uns noch gewöhnlichen Anordnung der Thierkreiszeichen aber, wie ich dieſelben nun ferner einzeln betrachten will, hebt man aus Gründen, welche ſich eben im ſchon citirten Artikel Vorrücken der Nachtgleichen entwickelt finden, mit dem „Zeichen“ (dem Sternbilde) des (1.) Widders** (Aries; Bélier) an. Sein „heliſcher“ Aufgang (d. h. — vergl. Aufgang, S. 82. — die Zeit, da ſich daſſelbe eben aus den Sonnenſtrahlen entwickelt und alſo kurz

* Vergl. d. A., aus welchem ich hier daran erinnere, daß dieſe Bezeichnungen: Widder, Stier u. ſ. w. der Sternbilder, auf eine freilich oft ſehr willkürliche Art von den flüchtigen Umriſſen hergenommen ſind, durch welche man die Grenzſterne eines Bildes verband. Die Anſicht eines Himmelsglobus mit ſeinen Zeichnungen der Bilder macht das Verfahren in jener Willkürlichkeit am anſchaulichſten.

** Ein ſehr gründliches Werk darüber, „Observations critiques sur l'objet des représentations *zodiacales* qui nous restent de l'antiquité.“ Paris, 1824, verdankt man dem franzöſiſchen Akademiker Letronne.

* Von einer andern, auf das Vorrücken der Nachtgleichen bezüglichen dießfallſigen Hypotheſe handle ich in dieſem letzteren Artikel.

** Die Leſer finden im auch ſchon erwähnten Art. Ekliptik neben dieſem Sternbilde des „Widders“ das Zeichen ♈, nach deſſen Beziehung zu jenem Sternbilde ſie fragen könnten; daſſelbe ſoll den Widderkopf, gleichwie ♉ das gehörnte Stierhaupt und ♊ das Zwillingspaar darſtellen. Früher ſcheinen dieſe Charaktere noch entſprechender geweſen und erſt im Laufe der Jahrhunderte ſo verzeichnet zu ſeyn, wie wir ſie jetzt nun einmal admittirt haben.

vor der Sonne aufgeht) verkündigte den Zeitgenoſſen Homer's den Anfang des Frühlings (mit andern Worten: die Zeit des damaligen — vergl. d. folgende Anmerk. — Frühlingsanfanges fiel mit der Zeit des Aufganges des Widderſternbildes kurz vor Sonnen-Aufgange zuſammen). Die Alten ſuchten die Benennung dieſes Sternbildes mit der bei ihnen ſo beliebten Mythe vom Argonautenzuge in Verbindung zu bringen, und nannten daſſelbe daher auch *Chrysamallus* („Goldenes Fließ"); einen andern Beinamen „dux gregis" verdankt es wohl ſeiner Stellung als Anfangsglied der Zeichen-Reihe *.

Der dann folgende (2.) Stier (Taurus; *Taureau*) hieß bei den Alten auch Inachis, Iſis, Oſiris u. ſ. w. Ich erwähne in Bezug auf ihn der in dieſem Sternbilde unter dem Namen der Pleiaden (oder des Siebengeſtirns) einbegriffnen Gruppe, welche ihre Benennung von „πλεῖν," „ſchiffen", erhalten haben ſoll, weil zur Zeit ihres damaligen ** heliſchen Aufganges bei den Alten die größeren Schiffahrten begannen (und welche nicht mit einer andern, auch in dieſem Sternbilde enthaltenen Gruppe, der der Hyaden, verwechſelt werden müſſen).

Die (3.) Zwillinge (Gemini; *Gémeaux*) waren den Alten auch unter mehreren Doppelbenennungen, z. B. beſonders Caſtor und Pollux bekannt und dadurch der Mythe übereignet.

Der (4.) Krebs (Cancer; *Écrevisse*; vergl. auch unten) wurde von den alten Dichtern auf mannichfache Weiſe in ihre Mythologie verwebt. Eine dichtgedrängte Sterngruppe in dieſer Conſtellation iſt unter dem Namen der Krippe (Praesepe; *Étable*) bekannt, und in der Nähe derſelben ſtehen die beiden Sterne, welche die Eſelchen (Aselli; *Anes*) genannt werden. — Dieß Thierkreiszeichen entſpricht übrigens bekanntlich dem Anfange unſeres Sommers.

Der (5.) Löwe * (Leo; *Lion*) war in der Vorzeit ** dasjenige Sternbild des

* Leſern, die dieſe archäologiſchen Forſchungen, welche hier zu weit führen würden, verfolgen wollen, empfehle ich Ideler's (des verewigten Berliner Hofaſtronomen) „Unterſuchungen über den Urſprung und die Bedeutung der Sternnamen." Berlin. 1809. 8.

** „Damaligen"; — ich habe zwar auf Vorrücken der Nachtgleichen verwieſen, will indeß doch ein vorläufiges erklärendes Wort beifügen.

Der Punct der Ekliptik, welchen die Sonne, um Frühling zu machen, bei ihrem Jahreslaufe erreichen muß (der Frühlingspunct, vergl. d. A.), hat nämlich keinen feſten Platz unter den Fixſternen, ſondern weicht von denſelben zurück, oder — wenn es die Vorſtellung erleichtert — die Fixſterne rücken gegen denſelben vor. War er alſo in einem beſtimmten Jahre noch bei einem Sterne, und trat alſo Frühling ein, indem die Sonne zu dieſem damals mit ihm coincidirenden Sterne kam, ſo fand ſich letzterer ſpäterhin ſchon entfernter, und ſein „heliſcher Aufgang" fiel alſo auch ſpäter ein, und bezeichnete nicht mehr Frühlings-Anfang, ſondern ſpätere Tage. — Was hier aber vom Frühlinge geſagt iſt, gilt offenbar von jeder andern Jahreszeit, und demnach auch von der obigen, den Anfang der Schifffahrt bei den Alten beſtimmenden.

* Das dieſem Sternbilde beigegebene aſtronomiſche (ſein Kalender-) Zeichen ♌ könnte die Leſer befremden; daſſelbe ſoll den Schwanz des Löwen bedeuten.

** Ich muß, mit Bezug auf die voraufgehende Anmerkung, nochmals auf dieſen Umſtand, welcher Anſtoß zu geben pflegt, zurückkommen. In der „Vorzeit," vor mehreren tauſend Jahren, fand ſich der Frühlingspunct, angedeutetermaßen, wirklich im Widder; jetzt iſt er im rückwärts liegenden Sternbilde der Fiſche; — und gleichergeſtalt mußte die Sonne damals das Sternbild des „Löwen" erreicht haben, wenn die größte Hitze auf der nördlichen Halbkugel eintreten ſollte, welches jetzt im eben ſo rückwärts angrenzenden Krebſe erfolgt.

Noch könnte hierbei befremden, daß jenes „Alterthum" die Bezeichnung der Zeit der größten Sommerhitze (auf der nördlichen Halbkugel) gleichwohl nicht von dem entſprechenden Sternbilde des Löwen, ſondern vielmehr des „großen Hun-

Thierkreiſes, welches von der Sonne zur Zeit der größten Hitze auf der nördlichen Halbkugel eingenommen wurde. — Der größte Stern dieſes Sternbildes iſt Regulus (α Leonis).

Die (6.) Jungfrau (Virgo; *Vierge;* — für ihr wunderliches Kalenderzeichen weiß ich keine Erklärung zu geben) wurde auch Ceres, Erigone, Aſträa u. ſ. w. genannt. Als Göttin der Ernte (die Sonne erreichte dieß Sternbild vormals um die Erntezeit) legte man ihr eine Aehre bei, und nannte daher den hellſten Stern dieſes Bildes (α Virginis) *Spica* (Epi de la Vierge)

Die (7.) Wage (Libra; *Balance*) ſoll, nach den gewöhnlichen Deutungen, durch ihren Namen die Gleichheit von Tag und Nacht bezeichnet haben, welche bekanntlich beim Herbſt-Aequinoctium, dem dieſes Sternbild ſonſt entſprach, eintritt.

Der (8.) Scorpion (Scorpius; *Scorpion;* — über die nicht weniger ſeltſame Kalenderbezeichnung erlaube ich mir abermals keine Deutung) ſoll ſich auf die Seuchen bezogen haben, die in den wärmeren Ländern zur Zeit des Herbſtes, zu welcher dieſes Sternbild von der Sonne eingenommen wurde, zu herrſchen pflegen.

Durch den (9.) Schützen (Arcitenens; *Sagittaire*) wurde in der alten Mythologie der Centaur Chiron, Sohn Saturns, bezeichnet, welcher in der Reitkunſt, in der Handhabung von Pfeil und Bogen (das aſtronomiſche Zeichen bezieht ſich deutlich darauf), gleichwie in der Kenntniß des geſtirnten Himmels ausgezeichnet geweſen ſeyn ſoll.

Der (10.) Steinbock (Caper; *Capricorne;* — das Zeichen mag verſtümmelt ſeyn) ſoll nach Macrobius („Saturnal“. I. 17.), dieſen Namen dem Umſtande verdanken, daß die Sonne von dem, durch dieſes Sternbild bezeichneten Winterſolſtitialpuncte an, für die nördliche Halbkugel aufwärts (wie das Thier ſelbſt) ſteigt (wogegen der entgegengeſetzte, der Sommer-Solſtitialpunct, wegen des dort erfolgenden Abſteigens, Rückwärtgehens der Sonne, Krebs geheißen worden ſey).

Der (11.) Waſſermann (Amphora; *Verseau;* — das Zeichen ſieht wirklich wie ein „Waſſeraufguß“ aus) bezeichnet den Schnee und Regen der, dem ſonſtigen Eintritte der Sonne in dieſes Sternbild beiläufig entſprechenden Jahreszeit (Ende Januar); und eben darauf ſoll ſich denn endlich das Thierkreisſternbild der (12.) Fiſche (Pisces; *Poissons;* — das Zeichen iſt ziemlich entſprechend) beziehen, indem die Sonne in der letzten Hälfte des Februar, als einer meiſtens regenreichen Zeit, in daſſelbe trat.

Nächſt dieſer Aufzählung der den „Thierkreis“ einnehmenden Sternbilder (Zeichen), habe ich aber über dieſe Zone ſelbſt, welche aus den angeführten Gründen, für uns, wie geſagt, die merkwürdigſte Region des ganzen geſtirnten Himmels abgibt, gleich noch mehreres Andere zu bevorworten. Dieſe Zone des Thierkreiſes enthält nämlich, bemerktermaßen, als Mittelſtreifen, den Kreis der Ekliptik, auf welcher bekanntlich, vom Frühlingspuncte ab, die Längen der Geſtirne (vergl. d. A.) gerechnet werden. Dabei bezieht man ſich aber, was die Richtung betrifft, in welcher man ſolchergeſtalt weiter zählt, auf die genannten, wie geſagt, oft ihr ſelbſt beigelegten „Zeichen“, dergeſtalt, daß man beim Widder (vergl. das gleich Folgende) anfängt, und durch den Stier, die Zwillinge u. ſ. w. fortgeht, welches man die Folge der Zeichen (beſonderer Artikel) nennt, und welches deßwegen geſchieht, weil ſich, mit einziger Ausnahme einiger „rückläufigen“ Kometen, alle übrigen Geſtirne unſeres Syſtems, in der That („rechtläufig“) nach dieſer Folge bewegen. Demjenigen Beobachter, welcher das Haupt gegen die nördlichen Fixſterne, das Auge nach Süden, nach dem Aequator zu, kehrt, geht dieſe „Folge der Thierkreiszeichen“ von der Rechten zur Lin-

des“ hergenommen hat, und deßhalb „Hundstage“ (Dies caniculares; *Canicules*) ſagte. Allein dieß rührt (vgl. Hundsſtern-Cyclus, S. 792) von den Egyptern her, bei denen damals der „heliſche Aufgang“ des Hundsſterns (Sirius) um jene Zeit erfolgte. — Genauer kann dieß Alles, wie geſagt, freilich erſt in Vorrücken der Nachtgleichen erörtert werden, wohin ich alſo verweiſe.

ken, von Abend gegen Morgen, daher für uns Bewohner der nördlichen* Hemiſphäre, letztere beiden Ausdrücke (wie dieſelben auch in unſerm Werke angewendet werden) als gleichbedeutend mit dem erſteren, für rechtläufig ſtehen.

Jedes dieſer 12 Zeichen des „Thierkreiſes“ ferner wird hierbei = 30 Graden gerechnet, dergeſtalt, daß ſie zuſammen den (12 . 30 =) 360 Graden des ganzen Kreiſes der inbegriffnen Ekliptik gleich kommen, und daß man alſo, danach zählend, wie wir es z. B. in Epoche, S. 334 gethan haben, ſtatt 100° vielmehr alsbald nur 3 Z 10° ſchreibt.

Bei dieſem Zählen endlich wird, bevorwortetermaßen, ſtets vom Frühlingspuncte an gerechnet, welchen man bekanntlich als Anfangspunct des „Zeichens“ oder „Thierkreisſternbildes“ des Widders (0 ♈) annimmt. Vor Tauſenden vor Jahren hat, den oben, mit Verweiſung hierher und auf Vorrücken der Nachtgleichen, gemachten Auseinanderſetzungen gemäß, daſſelbe Sternbild auch wirklich jenen „Frühlingspunct“ enthalten; da gedachter Punct aber, wie geſagt, keinen feſten Platz unter den Fixſternen behauptet, ſondern auf der Ekliptik rückwärts rückt, ſo findet er ſich, um dieſen ſo ſehr wichtigen Umſtand nochmals hervorzuheben, jetzt wirklich auch im rückwärts an den Widder angrenzenden Bilde der Fiſche. Gleichwohl betrachtet man ihn, alter Gewohnheit zufolge, noch immer als Anfangspunct des Widders (0 ♈): man unterſcheidet hierbei das Thierkreiszeichen des Widders, als wenn der Frühlingspunct unverrückt darin geblieben wäre, vom wahren Sternbilde des Widders, aus dem er ſich in der That entfernt hat, oder nennt letzteres ein (durch Sterne wirklich) „gebildetes“ Zeichen (Asterismus; *Astérisme*), und ſetzt demſelben jenes erſtere, als ein (durch Sterne nicht wirklich gebildetes und alſo nur eingebildetes, oder) „ungebildetes“ Zeichen (Signum; *Signe* ſchlechtweg, auch Dodecatemorion; *Dodécatémoire*) entgegen, dergeſtalt daß alſo gegenwärtig dem „gebildeten“ Zeichen (dem Sternbilde) der Fiſche, das „ungebildete“ (das „Dodecatemorion“) des Widders; dem „gebildeten“ des Widders das „ungebildete“ des Stiers entſpricht u. ſ. w.

Dieß ſind die Bemerkungen, welche ich über den „Thierkreis“ noch hinzuzufügen hatte; ich bin über dieß Verhältniß, ſelbſt mit Wiederholungen, ſo beſonders ausführlich geweſen, weil ich weiß, daß man dabei oft Anſtoß findet; — und ich beſchließe den Artikel „Thierkreis“ mit dieſer Explication, indem ich nur noch anführe, daß man die Thierkreiszone (eine Abbildung von ihr auf einem Meſſingſtreifen), eben ihrer Wichtigkeit wegen, auch mit auf der Ringkugel (vergl. d. A. S. 357) anbringt, und über die in ihr enthaltenen Fixſterne („Zodiakalſterne“) eigene Fixſternverzeichniſſe (ſ. auch dieſen Art. S. 576) angefertiget hat

Thierkreislicht, Zodiakallicht, Zodiakalſchein; Lumen Zodiacale, *Lumière Zodiacale.* Wenn die Sonne eben untergegangen iſt, oder eben aufgehen will, ſieht man beſonders im Frühjahre und im Herbſte oft ein weißes Licht am Himmel, welches von ihr ab, am Horizonte ſchief aufwärts, nach der Richtung der Ekliptik oder vielmehr der Thierkreiszone (daher der Name) fortgeht, und an ſeinem oberen Ende ſpitz zuläuft. Die Fig. I. der Tafel XXII. zeigt dieſes „Thierkreislicht“, wie ſich daſſelbe in unſern Gegenden, um den Anfang des März, bald nach Sonnenuntergange am Abendhorizonte darſtellt; betrachtet man dieſe Figur von der Rückſeite, oder im Spiegel, ſo gibt ſie ein Bild der Art der Erſcheinung in der Mitte des Octobers, kurz vor Sonnenaufgange am Morgenhorizonte. Zu dieſen beiden Zeiten des Jahres nämlich,

* Für die Bewohner der ſüdlichen Hemiſphäre, welche, das Auge ebenfalls dem Aequator zukehrend, Norden vor ſich, und demnach Abend (Weſten) eben ſo links, wie wir dagegen rechts haben, findet (ſ. Folge der Zeichen, S. 579) natürlich auch gerade das Umgekehrte Statt; für ſie geht die „Folge der Zeichen“ von der Linken zur Rechten.

wird das Thierkreislicht, beobachtungsgemäß, und aus den unten folgenden Urſachen, in unſeren Gegenden am beſten ſichtbar. Die Form, unter welcher dieſes Licht geſehen wird, iſt, der Figur gemäß, die einer ſehr lang geſtreckten (halben) Ellipſe (A B C), deren viel kürzere kleine Axe (A B) den Sonnendurchmeſſer abgibt, oder eines Kegels, der die Sonne zur Baſis hat; und der Grund des Phänomens wird, wie ich, anticipirend, gleich mit bemerke, gewöhnlich in einer Atmoſphäre der Sonne (vergl. d. A. S. 79 gleichwie Sonne, S. 430) geſucht, welche ſich, wegen der ſchnellen Rotation dieſes großen Weltkörpers, zu einem ſehr abgeplatteten, einer „linſenförmigen“, und dabei nahe in der Ebene der Ekliptik liegenden Sphäroid geſtaltet hat, daher daſſelbe, aus der Erde, d. h. alſo aus (dem Umringe*) der nämlichen Ebene geſehen, „en profil“ oder in der Projection eben die beſchriebene Form zeigt. — Dieß iſt, wie geſagt, die frühere Meinung von der Sache; auf die, mit dieſer Erklärung nicht in vollem Einverſtändniſſe ſtehenden neueſten Anſichten komme ich erſt zu Schluſſe des Artikels.

Die erſte Bekanntmachung von Beobachtungen dieſer ſchönen Erſcheinung verdanken wir dem uns vielfach bekannt gewordenen Franzöſiſchen Aſtronomen Caſſini** dem Aelteren (Jean Dominique), welcher am 18. März 1683 zuerſt darauf aufmerkſam wurde, und ſich darüber in den „Anciens Mémoires“ VIII. 119. „Découverte de la lumière céleste qui paroist dans le Zodiaque“ vernehmen ließ. Er muthmaßt, daß dieſe Erſcheinung die nämliche ſey, welche von den Alten unter dem Namen der „Balken“ (trabes) angedeutet wird, und beſchreibt ſie als ein dem Schimmer der Milchſtraße ähnliches, aber glänzenderes Licht. Nach ihm haben mehrere andere Aſtronomen darüber geſchrieben; Niemand aber hat die Erſcheinung dieſes „Thierkreislichtes“ gründlicher unterſucht, als der Franzöſiſche Akademiker de Mairan (Secretair der Akademie, geſtorben zu Paris 1771) in ſeinem „Traité de *l'aurore boréale*“ (womit er das Zodiakallicht in Verbindung bringt). Paris. 1733. 4.

Nach ſeinen Auseinanderſetzungen, ließe ſich gar nicht daran zweifeln, daß das „Thierkreislicht“ die entweder ſelbſtleuchtende oder in anderer Art beleuchtete* Sonnen-Atmoſphäre ſey, welche in der oben erwähnten Form eines ſehr abgeplatteten (linſenförmigen) Sphäroids den Sonnenkörper dergeſtalt umgibt, daß ſie nach der Richtung der Axe der (ſehr ſchnellen und ſolchergeſtalt dieſe Form erzeugenden) Rotation der Sonne (ſ. d. A. l. c.) die geringſte, nach der Richtung des Sonnenäquators, welcher mit der Ekliptik faſt zuſammenfällt (einen Winkel von nur 7½° macht) dagegen die größte Ausdehnung hat.

Wenn die Erdkugel (vergl. unten) nicht ſelbſt in dieſe, als ſo weit ausgedehnt angenommene Atmoſphäre eingetaucht iſt, ſo müſſen uns die Contouren derſelben ſichtbar werden; und wir müſſen, wie dieß die Beobachtungen eben zeigen, ihren weſtlichen Theil des Morgens vor Sonnenaufgange, und ihren öſtlichen des Abends nach Sonnenuntergange, als den beſchriebenen ſpi-

* Man verſinnliche ſich das die Sonne (den Sonnen-Aequator) ſolchergeſtalt umringende linſenförmige und (der Lage des Sonnenäquators gemäß) faſt in die Ebene der Ekliptik fallende Sphäroid der Sonnen-Atmoſphäre; von der Erde, welche dabei die Ekliptik ſelbſt durchlauft, aus geſehen, muß daſſelbe, wie man ſich nun leicht vorſtellig macht, demnach ſo erſcheinen, wie es unſere Figur zeigt (wogegen es ſich, aus der Sonne geſehen, ſcheibenartig darſtellen würde). Ich komme übrigens hinten nochmals hierauf zurück.

** Vgl. über die ganze Familie Caſſini, welche man oft die „aſtronomiſche per excellentiam“ nennt, vorn S. 218 dieſes zweiten Bandes unſeres Werkes.

* Ich drücke mich zwar nach Mairan noch alſo aus; allein man darf (vergl. Sonne, S. 425 und ferner), unter Verausſetzung der vollkommenen Richtigkeit ſeiner Hypotheſe, jetzt als ausgemacht annehmen, daß hier nur unmittelbar von der „Licht“ſphäre der Sonne die Rede ſeyn kann.

tzigen Streifen *, wahrnehmen. Oft iſt indeß, in unſeren Gegenden, die Lage des Thierkreiſes gegen den Horizont ſo flach, daß ſich die Erſcheinung ganz in der Dämmerung verliert. Anfang März aber, worauf ich hier zurückkommen wollte, macht die Ekliptik, indem dann der Frühlingspunct, den die Sonne um dieſe Zeit einnimmt, Abends im Horizonte ſteht, z. B. zu Leipzig (Aequatorshöhe $= 38\tfrac{2}{3}^{\circ}$) mit dem letzteren einen Winkel von $38\tfrac{2}{3} + 23\tfrac{1}{2}$ (Schiefe der Ekliptik) = über 62°, welcher Umſtand, da der „Zodiakalſchein", angeführtermaßen, faſt in die Ebene der Ekliptik fällt, die Wahrnehmung natürlich begünſtiget; und da wir zu eben dieſer Zeit auch die kürzeſten Dämmerungen (vergl. d. A. S. 222) haben, ſo wird dieſer „Zodiakalſchein" dann, nach Sonnenuntergange am Abendhimmel ſichtbar, und geht, in der beſchriebenen und in unſerer Figur (I. der Tafel XXII.) bezeichneten Geſtalt, durch die (Zodiakal-) Sterne am Bande der Fiſche, beim Widder vorbei bis an die Hyaden im Stier; — hingegen iſt, um dieſe Zeit, die Erſcheinung des Morgens, wo die Ekliptik (mit dem alſo in ihrer Ebene enthaltenen Zodiakalſcheine) ſehr flach ** gegen den Horizont liegt, kaum zu erkennen. Mitte October, umgekehrt, zeigt ſich das Zodiakallicht am beſten vor der Morgendämmerung *, indem dann die Sonne mit dem Herbſtpuncte im Morgenhorizonte ſteht; daſſelbe geht hier durch den Löwen und Krebs bis zu den Zwillingen, und läßt ſich dann und aus den nämlichen Gründen, eben ſo umgekehrt, in der Abenddämmerung nicht wohl wahrnehmen.

In den Ländern der heißen Zone (ganz oder faſt „Sphaera *recta*") bilden Aequator und Ekliptik mit dem Horizonte ſtets ſo große Winkel, und die Dämmerungen ſind zugleich ſtets ſo kurz, daß der Zodiakalſchein das ganze Jahr hindurch, Morgens und Abends, ſichtbar iſt, wenn nicht Mondſchein oder trübe Luft hinderlich werden; derſelbe zeigt ſich auch hier zuweilen faſt ſenkrecht auf dem Horizonte, und iſt, nach dem Zeugniſſe von Reiſenden, namentlich von de la Caille, ſehr lebhaft.

Die ſcheinbare Länge des Zodiakalſcheins iſt nach Maßgabe der verſchiedenen Stellungen der Erde gegen die Sonne veränderlich; derſelbe erſtreckt ſich aber zuweilen bis über unſer Zenith hinaus, alſo auf die ganze Sonnen-Entfernung von der Erde, d. h. über 20000000 Mei-

* Man verſinnliche ſich, mit Vergleichung der voraufgehenden Anmerkung, nochmals das, die Sonne alſo umringende „linſenförmige Sphäroid" ihrer Photoſphäre, aber jetzt unter Bezug auf einen, für die rotirende Erdkugel Statt habenden Auf- und Untergang der Sonne. Alsdann eilt dieſer letzteren (bei ihrem Heraufſteigen über den Horizont) jenes Sphäroid demnach voran, und folgt ihr (bei ihrem Hinabſinken) nach, beidemal in der angegebenen Geſtalt, in der ſich, wie man bald einſieht, ein ſolches Sphäroid, aus der Ebene ſeines größten Kreiſes (nämlich der Ekliptik, in welcher ſich die Erde befindet, und mit welcher der Sonnenäquator, angegebenermaßen, faſt zuſammenfällt) betrachtet, als Projection an dem ſcheinbaren Himmelsgewölbe (im Profil geſehen) allein zeigen kann.

** Um ſich hiervon zu überzeugen, führe man den Frühlingspunct erſt in den Abend- und dann in den Morgenhorizont des Globus, ſo wird man für die hier in Rede ſtehende „Sphaera *obliqua*" der nördlichen Halbkugel finden, daß der Winkel der Ekliptik mit dem Horizonte im erſteren Falle bedeutend größer als im letzteren iſt. — Eben ſo augenſcheinlich zeigt der Globus das für den Herbſtpunct eintretende umgekehrte Verhältniß.

* Die Ekliptik macht — um die etwas ſchwierige Vorſtellung von dem Sachverhältniſſe noch durch eine andere Explication zu erleichtern — für unſere Hemiſphäre mit dem Horizonte den angegebenen größten Winkel, wenn entweder der Frühlingspunct im Abendhorizonte, oder der Herbſtpunct im Morgenhorizonte ſteht, welches um die angegebenen Zeiten der Fall iſt, zu welchen, wie geſagt, auch die kürzeſten Dämmerungen eben eintreten, wodurch die Erſcheinung gleichfalls begünſtigt wird.

ſen weit, in welchem, oben angedeuteten Falle, wir uns alſo in der Sonnen-Atmoſphäre ſelbſt befänden und folglich die Umriſſe des durch ſie formirten „Zodiakalſcheins“ nur ſehr undeutlich ſehen müßten, welches von der Beobachtung ebenfalls beſtätiget wird.

Alle dieſe Umſtände ſcheinen demnach entſcheidend für die Mairan'ſche Hypotheſe zu ſprechen, der ich, für meine Perſon, auch ſtets ergeben geweſen bin, und die ich daher ſchon in den citirten A. A. Sonne und Atmoſphäre der Sonne, für welche letztere der Zodiakalſchein einen Beweis mehr abgibt, hervorgehoben habe. Indeß haben neuere Betrachtungen aller Umſtände doch auch wieder diejenigen Zweifel dagegen erregt, deren Beibringung zu Schluſſe meines Vortrages vorn von mir verheißen iſt; und namentlich macht der Wiener Aſtronom Littrow, in einer vor mir liegenden Mittheilung über den Zodiakalſchein, als Sonnen-Photoſphäre, die ungemein große, eben auf über 20 Millionen Meilen nachgewieſene Ausdehnung deſſelben geltend. „Die eigentliche letzte Gränze der Atmoſphäre eines rotirenden Geſtirns, wie die Sonne“, bemerkt er, „könne doch nur da angenommen werden, wo die Centralkraft des rotirenden Körpers ſelbſt, nur eben noch der Centrifugalkraft der mit rotirenden Atmoſphäre gleich werde“, welche nothwendige Annahme gegen die Möglichkeit jener Ausdehnung ſpreche. Auch führt er die Seltenheit neuerer Beobachtungen des „Thierkreislichtes“, im Vergleiche zu den vielen früheren von Caſſini und Mairan behaupteten an. Allein in letzterer Rückſicht tritt ihm als einer der gewichtigſten Zeugen unſer Humboldt entgegen, welcher während ſeines Aufenthaltes in der tropiſchen Region die Erſcheinung wiederholt beobachtete, dieſelbe in ſeinen Reiſen (deutſche Ueberſetzung. III. 83.), übereinſtimmend mit der obigen Mairan'ſchen Charakteriſirung, beſchreibt, und auch im „Kosmos“ (ich kann die beſtimmte Stelle nicht gleich wieder auffinden) darauf zurückkommt. Was aber die erſteren Zweifel betrifft, ſo bringt Littrow einen rechnenden Beweis, daß die Centralkraft der ungeheuren Maſſe des Sonnenkörpers die Centrifugalkraft der mit ihm rotirenden Atmoſphäre auf die angegebene Entfernung zu überwältigen unvermögend ſey, wenigſtens in den vor mir liegenden Blättern nicht bei, welches doch geſchehen müßte, wenn dieſe Einwendung gegen die Mairan'ſche Hypotheſe ſchlagend ſeyn ſollte. Ich will dieſe Mairan'ſche Anſicht von dem „Thierkreislichte“, als auch die erklärte meinige, daher den Leſern zwar nicht aufdringen, muß aber, auf Grund des Angeführten, ſchließlich doch dafür ſtimmen, daß ſie noch als das Scharfſinnigſte und Genügendſte erſcheint, was über den Vorgang in allen ſeinen Einzelheiten hat aufgeſtellt werden können, wie ſich denn namentlich auch Lalande „Astronomie“. §. 845. und der verewigte Berliner Hofaſtronom Bode: „Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels“. 9te Aufl. Berlin. 1823. gr. 8. S. 538 flgd. ganz in dem nämlichen Sinne darüber ausſprechen.

Trabanten, ſ. Nebenplaneten.

Trägheit; Inertia; *Inertie.* Man bemerkt allemal, daß, wenn ein ruhender Körper in Bewegung geſetzt, oder aber, wenn die Richtung und Geſchwindigkeit eines bewegten Körpers geändert werden ſoll, dazu eine Kraft (vergl. d. A.), d. h. ein Agens, welches Bewegung hervorzubringen, oder zu ändern und zu hemmen vermögend iſt, thätig werden muß, und daß, wenn eine ſolche „Kraft“ nicht auftritt, der ruhende Körper in ſeiner Ruhe, der bewegte aber in ſeiner Bewegung, und zwar mit Beibehaltung der Richtung derſelben, verharrt: dieſe allen Körpern zuſtehende Neigung heißt ihre „Trägheit“; — und wir haben, unter unſerm aſtronomiſchen Geſichtspuncte, ein Beiſpiel davon in Centralbewegung, S. 141 geſehen. Dort* wird nämlich gezeigt, daß ein, in Gemäßheit der Centralkraft, ſeine krummlinige Bahn um die Sonne beſchreibender Planet, wenn er in irgend einem

* Ich bitte auf dieſe Veranlaſſung, einen daſelbſt ſtehen gebliebenen Druckfehler zu verbeſſern, und ſtatt „AbZA“ zu leſen Ab = ZA.

Bahnpuncte dem Einfluſſe jener Kraft entzogen würde, ſeinen Weg nunmehr in der, demſelben Puncte entſprechenden tangentiellen (geradlinigen) Richtung fortſetzen müßte, indem ihm letztere Tendenz ſomit jetzt beiwohnt, und, der „Trägheit“ zufolge, ſich auch behauptet, bis die gedachte Kraft neuerdings eine Aenderung darin hervorbringt.

Dieß Eine Beiſpiel, auf welches ich mich daher auch beſchränke, macht, gehörig durchgedacht, den Begriff der „Trägheit“, unter unſerm, wie geſagt, hier allein aufzuſtellenden aſtronomiſchen Geſichtspuncte vollkommen anſchaulich; auf weitere metaphyſiſche Erörterungen darüber habe ich aber nicht einzugehen.

Triangel, ebener, ſ. d. gleich folgenden Art. Trigonometrie.

Triangel, ſphäriſcher, ſ. ebenfalls Trigonometrie, beſonders aber auch Kugeldreieck.

Trigonometrie; Trigonometria; *Trigonométrie*, wörtlich Dreieckmeſſung, iſt die Wiſſenſchaft, welche lehrt, zu drei von den ſechs Beſtandtheilen eines Dreiecks gegebenen Stücken, die drei übrigen durch Rechnung zu finden. Ich ſage durch „Rechnung“: denn Conſtruction macht eigentlich nie den Zweck der „Trigonometrie“ aus, daher ſie eben praktiſcher Anwendungen ſo vorzüglich fähig iſt. Die Aſtronomie (und beſonders auch die Geodäſie) verdanken ihr aus dieſem Grunde viele ihrer genaueſten Reſultate; und ich weiſe ihr deßwegen, vor andern mathematiſchen Disciplinen, hier einen beſondern Artikel an, obwohl ich freilich gleich bevorworte, nicht in das unermeßliche Detail eingehen, ſondern, mit Vorausſetzung der Kenntniß der Sache ſelbſt, nur den allgemeinſten Begriff vom Umfange der Trigonometrie geben, und auch dieß Wenige bloß unter unſerm ſpeciellen aſtronomiſchen Geſichtspuncte auffaſſen zu können.

Die Trigonometrie zerfällt nämlich in die ebene, ſphäriſche und ſphäroidiſche.

Die (1.) „ebene“ Trigonometrie (Trigonometria plana; *Trigonométrie plane* ou *rectiligne*) lehrt, aus drei gegebenen Beſtimmungsſtücken eines geradlinigen Triangels die drei übrigen zu „berechnen“, wobei ſie aber als einſchränkende unerläßliche Nebenbedingung ausdrücklich verlangt, daß unter jenen Daten wenigſtens Eine Seite nach ihrem wahren linearen Werthe (nach ihrer wahren Länge in Meilen, Fußen)* enthalten ſey. Und hierdurch unterſcheidet ſie ſich nun, außer der Verſchiedenheit der Entwerfungsfläche, eben noch von der, ſchon im beſondern Artikel Kugeldreieck als vorzüglich aſtronomiſch characteriſirten

(2.) „ſphäriſchen“ Trigonometrie, welche ſich auch mit den drei Winkeln als Daten begnügt, da es ihr nämlich nicht ſowohl um lineare Beſtimmungen, als vielmehr um Bogen-Ermittlungen in Graden, Minuten, ganz abgeſehen von deren abſoluter Länge, alſo wirklich nur um etwas Relatives, zu thun iſt. Indem die „ſphäriſche Trigonometrie“ aus jenen bloßen drei Winkeln eines durch Bögen dreier größter Kreiſe an der Innerfläche der ſcheinbaren Himmelshohlkugel gebildeten Kugeldreiecks dieſe Bögen ableitet, ſieht ſie von deren abſoluter Größe ſchon deßwegen ganz ab, weil die bezügliche Hohlkugel, der räumlichen Ausdehnung nach, etwas ihr durchaus Unbekanntes, etwas Eingebildetes iſt: der fernſte Fixſtern und das nächſte Geſtirn: der Mond, erſcheinen an der Himmels-Hohlkugelfläche ganz gleich

* Die bloße Kenntniß der drei Winkel eines ebenen Dreiecks läßt nämlich die abſolute Länge der Seiten ganz unbeſtimmt; ſie lehrt, wie wir davon z. B. in Kepler's Regeln, S. 895, eine Anwendung geſehen haben, nur das Verhältniß der Seiten, ihre relative Größe, kennen. Im parallaktiſchen Dreiecke (Parallaxe, S. 250), zum andern Beiſpiele, muß ich den Erdhalbmeſſer nach ſeiner abſoluten Größe in Meilen wiſſen, wenn ich die entſprechende Geſtirn-Entfernung eben ſo abſolut in Meilen haben will; ich erlange dieſelbe ſonſt nur relativ, nur im Verhältniſſe zu jenem Halbmeſſer als Einheit.

weit vom Auge, als Endpuncte von Radien aus dieſem Auge, welches das Centrum der Hohlkugel abgibt; und ihr gegenſeitiger Abſtand iſt hierbei alſo nicht die wirkliche lineare, vielleicht Billionen Meilen betragende Entfernung von einander, ſondern, wie geſagt, nur der, jenen Abſtand bezeichnende Bogen: das Maß des Winkels, welchen die gedachten, zu den beiden Geſtirnen führenden Radien am Auge einſchließen*.

Dieß macht demnach den angedeuteten eigentlichen Sinn der ſphäriſchen Trigonometrie, der ebenen gegenüber aus, auf deſſen Bezeichnung ich mich auch beſchränke, ſo daß ich

(3.) und letztlich nur noch die Definition der „ſphäroidiſchen“ Trigonometrie zu geben habe. Unter „Sphäroid“ (vergl. d. A.) wird aber hier der durch Umdrehung einer Ellipſe um ihre kleine Axe entſtehende Körper verſtanden, wie wir unſeren Planeten Erde (vergl. Abplattung, S. 22.) als ein ſolches „Sphäroid“ kennen gelernt haben. Wäre die Erde eine vollkommne, eine reine Kugel, ſo würden wir auch nur rein ſphäriſche Dreiecke, Verbindungen der Winkelpuncte durch Bögen größter Kreiſe, auf ihr finden; wegen der „ſphäroidiſchen“ Geſtalt des Erdkörpers weichen jene Verbindungslinien (Dreieckſeiten) aber von der Geſtalt reiner Kreisbögen etwas ab, erhalten (vergl. Entfernung, S. 312), in dieſer veränderten Geſtalt, den Namen der „geodätiſchen Linien“, und bilden alſo, ſtatt ſonſtiger „ſphäriſcher“, nunmehr diejenigen „ſphäroidiſchen“ Dreiecke, von denen hier die Rede iſt, und über deren weitere Behandlung unter unſerem aſtronomiſchen (oder vielmehr bloß geodätiſchen) Geſichtspuncte ich im beſondern Art. Sphäriſcher Exceß** (auch ſchon auf der eben citirten Seite 312 des erſten Bandes unſeres Werkes) noch das für uns Nöthigſte beibringe.

Die Geſchichte der Trigonometrie, in der demnach ſo engen Beziehung dieſer Wiſſenſchaft zur Aſtronomie, anlangend, worüber ich hier ein Paar Worte ſagen muß, ſo ſcheint Hipparch aus Nicäa, auch Rhodius genannt, weil er ſeine Beobachtungen zu Rhodus anfing, und den wir in Vorrücken der Nachtgleichen, als ſeiner Entdeckung, näher kennen lernen werden, die frühe-

* Ich kann dieſen, ſo viel ich weiß, noch nirgend gehörig charakteriſirten Unterſchied zwiſchen ſphäriſcher und linearer Meſſung (ſphäriſcher und ebener Trigonometrie) gar nicht genug hervorheben. Sey Fig. 2. der Tafel XXII. in A das Auge des Beobachters, in M der Mond wirklich, gleichwie in F ein Fixſtern; ſo erſcheint uns M dagegen in M′, im nämlichen, zum Radius AF gehörigen Bogen, als wenn AM = AF wäre, obwohl ſich beide wirkliche, lineare Entfernungen unendlich unterſcheiden. Die Meſſung dieſer beiden letzteren wirklichen, linearen Entfernungen von A (durch ebene „parallaktiſche“ Dreiecke) bleibt Aufgabe der ebenen Trigonometrie; die Beſtimmung des bloß ſcheinbaren Bogen-Abſtandes FM′, als Maß des Winkels M′AF und eventueller Seite eines damit zu bildenden ſphäriſchen Dreiecks, iſt aber Sache ſphäriſcher Meſſung (ſphäriſcher Trigonometrie). — Nehmen wir, um dieß noch mehr zu verſinnlichen, an, Mond und Stern ſtänden heut am Himmel ſo dicht bei einander, daß ihre gegenſeitige ſphäriſche Entfernung faſt = 0 wäre, ſo wird ſich dieſelbe in wenigen Tagen auf 90 und mehr Grad ändern, ohne daß darum in den linearen Entfernungen beider Geſtirne vom Auge der geringſte Unterſchied eingetreten wäre; die ebene Trigonometrie würde in beiden Fällen ganz daſſelbe, die ſphäriſche ein ganz anderes Reſultat gewähren.

** Der Ausdruck in dieſer Verbindung könnte Leſer, welche nicht nachſchlagen wollen, befremden. Man erinnere ſich aber daran, daß die drei Winkel eines ſphäriſchen (gleichwie eines ſphäroidiſchen) Dreiecks zuſammen immer größer als eines ebenen, d. h. alſo größer, als 2 rechte ſind. Dieſer Ueberſchuß heißt nun eben der „ſphäriſche Exceß;“ und ſeine Anwendung zur Berechnung von Dreiecken, dazu die Daten auf der „ſphäroidiſchen“ Erdoberfläche ermittelt worden ſind, wird l. c. gezeigt.

ſten Anwendungen trigonometriſcher Rechnung auf aſtronomiſche Beobachtungen gemacht zu haben; wenigſtens behauptet dieß der Alexandriner Theon in ſeinen auf uns gekommenen „Commentarien" zum „Almageſt" des Ptolemäus. Eine ſyſtematiſche Anordnung der Hauptſätze der Trigonometrie, und zwar ſowohl der ſphäriſchen als ebenen, findet ſich aber erſt in dieſem letzteren Werke, nur daß Ptolemäus, ſtatt der jetzt gewöhnlichen Sinus, noch die Chorden (der Sinus eines Bogens iſt bekanntlich die halbe Chorde des doppelten Bogens) anwendet. Dieſe Einführung der Sinus für die Chorden, wodurch die beiden trigonometriſchen Disciplinen ſo unendlich gewonnen haben, verdankt man den Arabern: ihr gelehrter Fürſt Albategnius ſoll (Käſtner's, des Göttinger Mathematikers, „Geſchichte der Mathematik". Götting. 1796. 4 B. 8. I. 520.) im Jahre 880 die erſte Anwendung davon gemacht haben.

Sehr gefördert ward hiernächſt die Trigonometrie durch die Deutſchen Mathematiker des 16. Jahrhunderts; und Regiomontanus (Johann Müller, aus Königsberg in Franken, Buchdrucker zu Nürnberg und tüchtiger Gelehrter) edirte 1533 unter dem Titel „De triangulis omnimodis libri V. Norimb. Fol." eine vollſtändige ebene und ſphäriſche Trigonometrie, von welcher der Franzöſiſche Akademiker Montücla: „Histoire des Mathématiques". 2te Aufl. Paris. 1799. 4 B. 4. I. 544. urtheilt, „daß ſie ſich, mit Ausnahme der Logarithmen und einiger neueren Theoreme, von der Trigonometrie ſeiner Zeit wenig unterſcheide". Was letztere aber, im Vergleiche mit der Arbeit von Regiomantanus leiſtet, das lernt man, um nun mit noch einigen neueren literariſchen Notizen zu ſchließen, am beſten aus der comparativen Betrachtung unſerer jetzigen Lehrbücher der Trigonometrie kennen. Als das vollſtändigſte darunter wird (vergl. Kugeldreieck s. f.) noch immer Cagnoli's „Trigonométrie rectiligne et sphérique. Traduite de l'Italien par Champré". 2te Aufl. Paris. 1808. 4. genannt. Kürzer faßt ſich Lacroix „Traité élémentaire de Trigonométrie rectiligne et sphérique" (vor mir liegt eine 6te Aufl. Paris. 1813. gr. 8, es gibt aber wohl neuere); auch Deutſch durch Ideler. Berlin. 1822. 8. Die ebene Trigonometrie allein handelt (vortrefflich) ab Pfleiderer „Ebene Trigonometrie". Tübingen. 1802. 8.; gleichwie die ſphäriſche für ſich Zimmermann „Sphäriſche Trigonometrie". Berlin. 1810. 8. Die ſphäroidiſche Trigonometrie endlich aber, in ihrer nachgewieſenen beſonderen Beziehung zur Geodäſie, findet man demnach auch im „Traité de *Géodésie* par *Puissant*". 2te Aufl. Paris. 1819. 2 B. gr. 4. II. 212. flgd. („Analyse des triangles sphéroidiques"); und ein vortreffliches deutſches Lehrbuch darüber beſitzen wir von Grunert (dem Greifswalder Mathematiker): „Sphäroidiſche Trigonometrie". Berlin. 1833. 4.

Tropicus, ſ. Wendekreis.

Tropiſches Jahr, ſ. Jahr, S. 798, wo gezeigt wird, daß man, nach jetziger aſtronomiſcher Definition, darunter diejenige Zeit verſteht, welche der vom Frühlingspuncte, vom „Aequinoctium", ausgegangene Planet Erde*, oder die Sonne, deren ſcheinbare Bewegung man jener wirklichen ſubſtituirt, gebraucht, um wieder zum nämlichen Aequinoctium zurückzukehren. Dabei iſt aber unerörtert geblieben, weßhalb ein ſolches Jahr denn nun ein, in der ſogleich zu erklärenden Bedeutung des Wortes, „tropiſches", heißt, da man daſſelbe, nach Maßgabe des angegebenen Punctes, auf den es ſich bezieht, doch vielmehr ein „Aequinoctial"-Jahr nennen ſollte.

Zur Beantwortung dieſer Frage ermeſſe man aber, daß es hierbei urſprünglich auf die Beſtimmung der Zeit der Rückkehr der Jahreszeiten in ihrer Abhängigkeit vom Sonnenſtande ankam: ſchon das Alterthum mußte natürlich wiſſen wollen, wieviel Tage (nachher, und genauer, auch Stunden) verſtreichen, ehe ein gewiſſer Sonnenſtand, eine gewiſſe Jahreszeit wiederkehre, und alſo z. B. eine gewiſſe damit

* Vom „tropiſchen Jahre" der übrigen Planeten handelt der folgende Artikel Tropiſche Revolution.

verbundene Feldarbeit vorzunehmen ſey, oder ein anderer daran gebundener Umſtand vorkomme. So wußten (vgl. Ideler's, des verewigten Berliner Hofaſtronomen, „Lehrb. d. Chronologie". Berlin. 1831. gr. 8. S. 68) die alten Aegypter, daß mit der Wiedererſcheinung (dem „heliſchen" Aufgange, ſ. d. A. S. 82) des Fixſterns Sirius in der Morgendämmerung, auch die Nil-Ueberſchwemmung wiederkehre; und ſie hatten wahrgenommen, daß bis zu einer ſolchen Wiedererſcheinung ohngefähr 365 volle Tage verſtreichen, d. h. alſo, daß das Sonnenjahr ſoviel volle Tage halte, demgemäß ſie ſich, wenn die wirkliche Beobachtung des Sirius etwann durch Witterung verhindert wurde, auf das in Rede ſtehende Naturereigniß zur rechten Zeit (nach ſoviel vergangenen Tagen) bereit halten konnten.

Später, und als die beobachtende Aſtronomie ſchon mehr Fortſchritte gemacht hatte, fand man, daß ſich jene Jahresdauer auch durch Meſſung von Sonnenhöhen ermitteln laſſe: die Sonne ſteht z. B. in der nördlichen Halbkugel zu dem beſtimmten Mittage unſeres jetzigen 21. Juni am höchſten (hat dann dort die geringſte Zenithdiſtanz, macht den längſten Tag, beſchreibt den größten Tagbogen); und wenn man demnach dieſe größte Sonnen-Mittagshöhe (geringſte Zenithdiſtanz) bei ihren ſucceſſiven Eintritten an den betreffenden Mittagen maß, ſo mußte man gewahr werden, daß dazwiſchen immer 365 volle Tage verſtreichen, oder daß die Rückkehr der Sonne zu dieſer geringſten Zenithdiſtanz, zu dieſem Puncte ihrer Bahn, zu dieſem Stande, den wir Sommer nennen, ſoviel Zeit erfordere, mit noch andern Worten, daß das Sonnenjahr, wie wir es hier auf ſucceſſive Sommeranfänge beziehen, 365 volle Tage lang ſey.

Die Beobachtung zeigte aber ferner, daß die Sonne von dieſem Tage ihrer kleinſten Zenithdiſtanz an, ſich wieder weiter vom Zenith entferne, daß ſie gleichſam „umwende", daher der an einem ſolchen Tage durch ſie beſchriebene Tagkreis der „Wendekreis" (ſ. d. A.), auf Griechiſch „τροπικος" genannt wurde; — und daher iſt alſo zunächſt der Beiname „tropiſch" für das Sonnenjahr gekommen, über welchen ich hier Auskunft geben ſollte.

Wie hat derſelbe ſodann aber, in der oben angedeuteten Art, auf das „Aequinoctial"-Jahr übergehen können?

Die Griechiſchen Aſtronomen, namentlich der ſcharfſinnige Hipparch (deſſen ich, unter dem biographiſchen Geſichtspuncte, nur erſt im vorangehenden Art. Trigonometrie erwähnt habe), wurden, wie uns Ptolemäus im 3. Buche ſeines „Almageſt" berichtet, bei fortgeſetzten ſolchen Beobachtungen der Sonnen-Mittagshöhen im Tropikus, inne, daß davon keine große Genauigkeit zu erwarten ſey, indem die Sonne zu dieſer, deßhalb auch „Solſtitium" (Sol und Sisto) genannten Zeit ihre Mittagshöhe von einem Tage zum andern wenig ändert, gleichſam „ſtill ſteht"; und ſie verfielen daher auf den Gedanken, der Beobachtung der Sonne in dieſem Puncte ihrer Jahresbahn, vielmehr eine andere Beobachtung in den Aequinoctien* z. B. im Frühlings-Aequinoctium, wo jener hindernde Umſtand nicht eintrifft, zu ſubſtituiren, und die geſuchte Jahresdauer hieraus abzuleiten. Denn da es ſich dabei natürlich nur um eine mittlere Dauer handelt, ſo war es offenbar gleichgiltig, ob man den Sonnen-Umlauf, das Sonnenjahr, die Dauer der Rückkehr der Jahreszeiten, von einem oder dem andern Bahnpuncte bis wieder zu demſelben, vom Sommer-Solſtitium zum nämlichen Solſtitium, oder vom Frühlings-Aequi-

* Ich habe den jetzigen Modus dieſer Beobachtung im Artikel Frühlingspunct, S. 586, erörtert und bitte, gedachten Artikel zuvörderſt zu vergleichen. Man wird dann beſſer einſehen, daß Hipparch denſelben Zweck erreichte, indem er einen großen Ring in die Ebene des Aequators brachte und die Zeit beſtimmte, da der Schatten der von der Sonne, wenn ſie eben in jene Ebene trat, beſchienenen vorderen Hälfte des Ringes genau die hintere Hälfte bedeckte, welches demnach den Moment der Nachtgleiche gab.

noctium bis zum ſelbigen Aequinoctium rechnete *.

Alſo iſt es denn, wie man nun vollkommen verfolgen kann, zugegangen, daß die irdiſche Aſtronomie ihr Sonnenjahr ** von der (Frühlings-) Nachtgleiche bis wieder dahin angenommen, gleichwohl aber für daſſelbe den Beinamen des „tropiſchen“ (ſtatt, wie ſie demnach eigentlich hätte ſagen ſollen „Aequinoctial“-) Jahres, beibehalten hat: die (mittlere) Dauer des Umlaufes der Sonne von einem Solſtitial- oder einem Aequinoctial-Puncte bis respective wieder zu demſelben, bleibt, wie geſagt, dieſelbe; und da man überdieß die Längen (und geraden Aufſteigungen aller Geſtirne und alſo auch) der Sonne zugleich vom ſelbigen Puncte an zählt, ſo iſt der für das „tropiſche“ Jahr gewählte aſtronomiſche Bezug auf dieſen Punct um ſo angemeſſener.

Das Julianiſche Kalenderjahr dagegen verdient im eigentlicheren Wortſinne den Namen eines „tropiſchen“: Julius Cäſar, bekanntlich der Gründer dieſer Jahresrechnung, wollte daſſelbe (vergl. Kalender, S. 839) wirklich gerade mit dem Solſtitium, und alſo ſtreng „tropiſch“ angehen laſſen, nur daß Er, aus den l. c. hervorgehobenen Gründen, ſtatt des oben zum Beiſpiele gewählten Sommerſolſtitiums, das Winterſolſtitium („*Bruma*“) dazu auserſehen hatte; — und lediglich die, den Römern wichtige Rückſicht auf den Mondlauf veranlaßte ihn, den Anfang dieſes erſten Julianiſchen Jahres auf den Tag eines kurz nachher einfallenden Neumondes zu fixiren, und letzteren Tag als erſten Januar zu bezeichnen. Unſer, in der Hauptſache, „Julianiſch“ gebliebener Kalender hat (und behält) die Winterſonnenwende („*Tropicus*“ *Capricorni*) auf den 21. December, hebt ſein neues Jahr daher eben ſo regelmäßig (21. Decbr. bis 1. Januar einſchließlich = 11 Tage) mit dem 11. Tage nachher an, und kann alſo, unter dieſem Geſichtspuncte, in der That ein, wenigſtens eigentlicher tropiſches genannt werden.

Dieſe Explicationen dürften über den betrachteten Gegenſtand ſelbſt hinreichen; und ich habe nur noch eines Nebenumſtandes zu erwähnen, welcher, wie ich weiß, zuweilen Anſtoß gibt.

Mit der obigen Anführung nämlich, daß der Aſtronom ſein „tropiſches“ Sonnenjahr von der Frühlingsnachtgleiche, und alſo von der ihr entſprechenden Zeit, bekanntlich des 21. bis 22. März, an rechne, und die Längen der Sonne, d. h. die Bewegung dieſes Geſtirns, vom entſprechenden (Aequinoctial-) Puncte, als Anfangszähl- oder Nullpuncte nehme, ſcheint im Widerſpruche zu ſtehen, daß die aſtronomiſchen Tafeln (vergl. d. A.) bei jener Bewegung vielmehr mit dem 1. Januar anheben, und ſomit dieſen Tag als Anfangszähltag bezeichnen. Allein man muß dabei nicht vergeſſen, daß Dasjenige, was die Tafeln ſolchergeſtalt vom 1. Januar ab nachweiſen, weiter nichts als ein Zuſatz zur Epoche (vgl. auch dieſen Art.), d. h. zu einer, nicht weniger vom Frühlingspuncte an gerechneten (mittleren) Länge iſt, dergeſtalt, daß hierbei gleichwohl wirklich immer nur vom letzteren an gezählt und der Anfang des aſtronomiſch-„tropiſchen“ Jahres alſo in der That bloß auf die Frühlingsnachtgleiche und ihre Zeit bezogen wird. Wenn die Tafel z. B. am 1. Januar 1800 nur eine (erſt- oder Eintägige) Länge der Sonne mit . . 0 0 59′ 8″,3 anſetzt, ſo verſteht ſie dabei ausdrücklich eine hinzuzufügende, vom Frühlingspuncte an gerech-

* Für Leſer, welchen hierbei das Vorrücken der Nachtgleichen (ſ. d. Art.) ſtörend beifallen ſollte, bemerke ich, daß dieſes „Vorrücken“ den Solſtitial- mit den Aequinoctial-Puncten gemein iſt; die Entfernung zwiſchen der Nachtgleiche und der nächſten Sonnenwende bleibt immer = 90°; die Sonne (Erde) muß in ihrer Jahresbahn immer 90° zurücklegen, ehe auf die Nachtgleiche das Solſtitium folgen kann.

** Nur von dieſem „tropiſchen“ Sonnenjahre iſt hier die Rede; ſein Unterſchied vom „ſideriſchen“ u. ſ. w. findet ſich dagegen im Art. Jahr, S. 800, erörtert.

nete, gleichzeitige „Epoche“ (mittlere Länge) von .	9^{Z} 9° 54′ 7″
alſo eine Geſammtlänge von . . .	9^{Z} 10° 53′ 15″,
bei welcher alſo die Zählung immer vom Nachtgleichenpuncte an gemeint iſt, indem die Sonne, um von dieſer, alſo ſeit dem vorjährigen 21. (22.) März ſchon erreichten Länge, zu jenem Ausgangspuncte, d. h. wieder zu . .	12^{Z} „ „ „
zukommen, nur noch	2^{Z} 19° 6′ 45″

zu machen hat, welche ſie in den 80 Tagen vom 1. Januar (ausſchließlich) bis 22. März (einſchließlich) auch wirklich nur zurücklegt*.

Hierdurch iſt alſo, meiner Abſicht gemäß, auch noch der ſcheinbare Widerſpruch zwiſchen dem unmittelbaren Anſatze der Tafel der Sonnenbewegung einerſeits, und der aſtronomiſchen Beſtimmung der Bahn- und Zeitgrenze des „tropiſchen“ Sonnenjahres anderſeits, vollkommen aufgeklärt; und ich kann demnach den gegenwärtigen Zuſatz-Artikel zu Jahr ſomit beſchließen.

Tropiſche Revolution, ſ. ſogleich Revolution, wo der Unterſchied zwiſchen „tropiſcher Revolution“, als Rückkehr eines (Kometen, Haupt- oder Neben-) Planeten zu den beweglichen Aequinoctialpuncten, — und ſideriſcher Revolution, dem Wiederzuſammentreffen (Wiedereintreffen) jener Weltkörper mit (bei) einem nämlichen, unbeweglich erachteten Fixſterne*, im Allgemeinen erörtert wird. Hier muß ich jedoch noch in einiges nähere Detail über den Gegenſtand eingehen.

Den Grund zuvörderſt der Benennung „tropiſcher“ ſtatt „Aequinoctial-Revolutinn“, wie es, bei der Beziehung auf dieſe „Aequinoctial“-Puncte, doch eigentlich heißen ſollte, habe ich im unmittelbar voraufgehenden Artikel Tropiſches Jahr nachgewieſen. In demſelben Artikel iſt ferner ſpeciel von der „tropiſchen“ Revolution des Planeten Erde: dem „tropiſchen“ Erd- („Sonnen-“) Jahre, die Rede geweſen, ſo daß ich, bevorwortetermaßen, jetzt nur noch über die tropiſche Revolution der übrigen „Planeten“ (worauf ich mich, von den Kometen und Monden abſehend, beſchränke) zu handeln habe.

Um den Begriff von der Sache ſelbſt ſodann aber nochmals recht zu fixiren, wollen wir uns, welches hier zuläßig iſt, erſt alle Planetenbahnen als concentriſche, ſämmtlich in derſelben Ebene der Ekliptik liegende, natürlich kleinere und größere Kreiſe, mit dem gemeinſchaftlichen Centrum der (vergl. die voraufgehende Anmerk.) Sonne denken. Vom Mittelpuncte der letzteren ſoll eine Gerade, die „Aequinoctiallinie“, nach dem Aequinoctial-Frühlingspuncte der Ekliptik gehen, welche alſo, hinreichend verlängert, in jeder, auch noch in der äußerſten jener Planetenbahnen einen, dieſem Ae-

* Vom 1ſten Januar bis 22ſten März des Gemeinjahres 1800 ſind (30 + 28 + 22 =) 80 Tage, binnen welchen die Sonne mit der obigen mittleren täglichen Bewegung der 59′ 8″,3 (80 . 59′ 8″,3 =) 2 Z 18° 51′ 4″, alſo ſehr nahe die angegebenen 2 Z 19° zurücklegt. — Die Differenz darf nicht befremden, da hier nur von ganzen Tagen die Rede iſt.

* Ich darf wohl kaum daran erinnern, daß hier natürlich nur ein aus der Sonne, als dem Centrum der planetariſchen Bewegung, geſehenes (ein heliocentriſches) Wiederzuſammentreffen des Planeten mit demſelben Fixſterne (oder mit dem Aequinoctialpuncte) gemeint iſt; denn von der unterdeß mitbewegten Erde aus (geocentriſch) könnte ein ſolches Wiederzuſammentreffen allwohl Statt finden, ohne daß dabei eben die volle planetariſche Revolution Bedingung wäre. Auch wiederhole ich aus früheren Artikeln in ſprachlicher Beziehung, daß für dieſe beiden Arten von Revolutionen: die tropiſche und ſideriſche, oft auch der gemeinſchaftliche Ausdruck der periodiſchen gebraucht wird.

quinoctialpuncte entſprechenden Bahnpunct bezeichnet; und wir wollen alle Planeten zugleich, jeglichen in ſeinem Kreiſe, von dem darin ſolchergeſtalt bezeichneten Bahnpuncte auslaufen laſſen: ſo werden ſie, nach Maßgabe der verſchiedenen Größe der Kreiſe, früher oder ſpäter zu dieſen Puncten, d. h. alſo zu der (verlängerten) „Aequinoctiallinie" zurückkehren; — und dieſer Umlauf der Planeten (für den Planeten Erde namentlich die Rückkehr zum Frühlingspuncte in der Ekliptik ſelbſt) heißt nun, aus den, im vorangehenden Art. (Tropiſches Jahr) entwickelten Gründen, wie geſagt, die „tropiſche Revolution" der verſchiedenen Planeten, oder, wenn man den Ausdruck „Jahr" in unſerm Sinne auch auf ſie anwenden will, ihr „tropiſches Jahr". Dabei iſt, zur Erleichterung der Vorſtellung, gleich noch poſtulirt, daß die Planetenbahnen ſämmtlich genau in der Ebene der Ekliptik liegen, welche Bedingung bekanntlich nicht Statt hat; allein zur Hebung dieſer Bedenklichkeit nehme man jetzt, ſtatt unſerer Aequinoctiallinie ſelbſt, nur eine durch ſie hindurch gehende, auf jener Ebene der Ekliptik ſenkrechte Ebene (welche alſo die „Aequinoctial-Ebene" heißen könnte) an; alsdann wird deren Durchſchnitt mit den verſchiedenen Planetenbahnen in denſelben nicht weniger die Lage der „Aequinoctiallinie" angeben, und demnach darin den, auf eine jede Bahn bezogenen Frühlingspunct bezeichnen, von welchem an, wie ich nunmehr, des Folgenden wegen, auch mitbedinge, nach der Folge der Zeichen (ſ. d. A.), die Längen jedes Planeten in ſeiner Bahn fortgezählt werden.

Ich poſtulire ferner, daß die noch weiter und bis zum Fixſternhimmel hin verlängerte Aequinoctial- (wie geſagt, zunächſt vom Sonnen-Mittelpuncte nach dem Frühlingspuncte in der Ekliptik ſelbſt gedachte) Linie zugleich genau auf einen, alſo eben perpendicular über dieſem Frühlingspuncte ſtehenden Fixſtern („Sidus") treffe*, demgemäß ſich die Erde, gleich jedem andern Planeten, nach einem vollendeten (tropiſchen) Umlaufe (nach einer Rückkehr in die „Aequinoctial"-Linie oder Ebene) auch dieſem Fixſterne (vergl. ja das Folgende) wieder gerade gegenüber (genau zwiſchen ihm und der Sonne) finde; ſo heißt eine ſolche, alſo mit Bezug auf den Fixſtern angenommene und zu ihm ausgeführte Rückkehr des Planeten, im Gegenſatze jener tropiſchen, wie wir wiſſen, die ſideriſche Revolution; — und dieſelbe würde hiernach der tropiſchen an Dauer vollkommen gleich ſeyn und bleiben, wenn nur auch die Aequinoctiallinie, eben ſo wie der Fixſtern, vollkommen ſtreng in ihrer Lage bliebe. Allein dieſe Linie (Ebene), weßhalb ich eben erſt hierher verwieſen habe, drehet ſich vielmehr (ſ. nochmals Vorrücken der Nachtgleichen), unter dem perpendicular über dem Frühlingspuncte und daſelbſt unbeweglich angenommenen Fixſterne hinweg, langſam wider diejenige „Folge der Zeichen", nach welcher die Planeten, angegebenermaßen, laufen: ſie kommt ihnen demnach bei dieſem Laufe gleichſam entgegen; und alſo geſchieht es, daß die Rückkehr zu ihr: die „tropiſche Revolution", in kürzerer Zeit als die Rückkehr zu dem, wie geſagt, unbeweglich angenommenen Fixſterne: die ſideriſche Revolution, vollbracht wird, und daß letztere daher immer länger als jene, und zwar in dem Maße länger ausfällt, als (vergl. Sideriſche Revolution) die Revolutionen überhaupt länger dauern. Dieſe rückläufige Bewegung der Aequinoctiallinie (Ebene), d. h. alſo des Frühlingspunctes auf dem Umkreiſe der Ekliptik, beträgt, wie im citirten Art. Vorrücken der Nachtgleichen gezeigt wird, alljährlich* 50 Bogenſe-

* Wie dieſer Fall (vgl. Vorrücken der Nachtgleichen) vor etwann 2000 Jahren, zu welcher Zeit der Stern γ des Widders eben ſenkrecht über dem Frühlingspuncte ſtand, wirklich Statt gehabt hat.

* „Alljährlich," nämlich in einem „tropiſchen" Erdenjahre; während der Planet Erde vom Frühlingspuncte bis neuerdings zu dieſem, ihm alſo entgegenrückenden Puncte gelangt iſt, wie wir das tropiſche Jahr alſo deſinirt haben, hat der gedachte Punct die obigen

ſunden, um die ſich der gedachte Punct vom Firſtern rückwärts entfernt, und zu deren Durchlaufung, Behufs der nachherigen Wiedererreichung dieſes Sterns, zunächſt der (beſtimmte) Planet Erde 20⅓ Zeitminuten = 1220 Secunden * gebraucht, welche alſo den Zeitunterſchied zwiſchen der „tropiſchen" und ſideriſchen Revolution der Erde, d. h. zwiſchen unſerem „tropiſchen" und ſideriſchen Jahre abgeben; — und in der That finden die Leſer in dieſem Artikel Jahr, S. 799, die Dauer des letzteren zu . 365 T. 6 St. 9′ 11″, und des erſteren zu . . . . . 365 „ 5 „ 48′ 51″

mithin der Unterſchied = . . „ „ „ „ 20′ 20″ = den 1220″ nachgewieſen.

Das Verfahren zu dieſer Ermittlung der Dauer der „tropiſchen Revolution" des Planeten Erde aus Beobachtung der Zeit der Nachtgleichen, wovon man ſich ohnedieß leicht eine Vorſtellung macht, habe ich ausführlicher im letzteren Artikel, S. 207, gelehrt; die Art der Herleitung des ſideriſchen Jahres der Erde aus dieſer tropiſchen Revolution geht aber ſchon aus dem nur eben Vorangeſchickten hinreichend hervor. Für die übrigen Planeten wendet man, Behufs dieſer Beſtimmung, die der unmittelbaren Beobachtung nicht weniger ſtets zugänglichen ſynodiſchen Umläufe (vergl. d. Art.): die Conjunctionen der unteren und die Oppoſitionen der oberen Planeten, an. Wird von uns ein „unterer" Planet, z. B. Mercur, nach einer gewiſſen Zeit zunächſt wieder etwann in unterer Conjunction mit der Sonne erblickt, und wo demnach ſein geocentriſcher Ort dem heliocentriſchen gleich iſt, ſo ſagt man ſich ſehr einfach: in dieſer Zeit hat Mercur mit ſeiner ſchnelleren Bewegung nicht nur die vollen 360° ſeiner ganzen Bahn um die Sonne, ſondern darüber auch noch ſo viel Grade mehr gemacht, als die Erde während derſelben Zeit in ihrer Bahn tropiſch * zurücklegt, woraus die Zeit, deren er zur Durchlaufung der bloßen 360°, d. h. zu ſeiner „tropiſchen Revolution" bedarf, durch bloße Regel=de=tri folgt; — und iſt dagegen von einem oberen Planeten, z. B. vom Mars die Rede, der ſich alſo langſamer als die Erde bewegt, ſo muß vielmehr letztere von einer Mars=Oppoſition zur nächſten (in welchen die geocentriſchen Orte bekanntlich wiederum den heliocentriſchen gleich ſind) ihre ganze Bahn und noch ſo viele Grade darüber, als Mars unterdeß macht, tropiſch durchlaufen, woraus die „tropiſche Revolution" auch dieſes oberen Planeten Mars nicht weniger durch bloße Regel=de=tri ſogleich abzuleiten ſteht. Da ich mich in den beiden citirten Artikeln Conjunction und Oppoſition weitläuftig hierüber erklärt habe, ſo begnüge ich mich, zur planmäßigen Abrundung des Vortrages in ſich ſelbſt, gegenwärtig mit dieſer bloß allgemeinen Anweiſung, und verweiſe wegen des Details auf jene Artikel. Hat man ſolchergeſtalt aber nur erſt die „tropiſchen Revolutionen," welche uns hier eigentlich beſchäftigen, nach ihrer genaueſten Dauer ermittelt, ſo gehen daraus hinwiederum auch die ſideriſchen alsbald hervor. Wir haben, um dieß an einem Beiſpiele zu zeigen, die tropiſche Revolution des Mars (vergl. Jahr, S. 808) =
686 T. 22 St. 18′
gefunden, und wiſſen aus dem Vorangehenden, daß der Nachtgleichenpunct in (1 Jahre) 365 Tagen um 50, und alſo in 687 Erdentagen um 94 Bogenſecunden zu-

50 Bogenſecunden gemacht, und hat ſie alſo im tropiſchen Jahre gemacht.

* Die (mittlere) Bewegung der Erde beträgt (vgl. gleich den vorangehenden A. Tropiſches Jahr) in 24 Stunden (= 86400″) 59′ 8″ = 3548″; und man hat alſo 3548 Bogenſecunden : 86400 Zeitſecunden = 50 Bogenſecunden : den obigen 1220 Zeitſecunden.

* „Tropiſch," weil man dabei nach Längen, alſo vom Frühlingspuncte an rechnet, auf welchen ſich, auseinandergeſetztermaßen, eben der Begriff des „tropiſchen" bezieht.

rückgeht, auf deren Durchlaufung Mars » 1 St. 12′

verwendet, demgemäß die ſideriſche Revolution (das ſideriſche Jahr) dieſes Planeten . . 686 T. 23 St. 30′

beträgt, wie ich dieſelbe Dauer auch im Art. Mars, S. 69, nachweiſe.

Kennte man endlich aber, ſtatt der „tropiſchen,“ vielmehr die ſideriſche Revolution,* und wollte, umgekehrt, aus der letzteren jene erſtere herleiten, ſo hätte man, wie der bloße Anblick des voranſtehenden Exempels zeigt, alsdann von jener nur den Betrag der inzwiſchen Statt gehabten Bewegung des Aequinoctialpunctes in Zeit* abzuziehen, wodurch ſich dieſelbe demgemäß alsbald ergibt; und mit welcher Andeutung ich alſo dieſen Artikel „Tropiſche Revolution“ beſchließe.

* Wie aber ſollte man ſie ermitteln? Abermals aus der „ſynodiſchen“ Revolution, nur daß man ſich dann, ſtatt, wie oben, auf die tropiſche, vielmehr auf die *in specie* nicht weniger ſchon bekannte, ſideriſche Bewegung des (Vergleichs-) Planeten Erde bezöge. — Der Artikel Umlaufszeit führt mich übrigens auf dieſe Ableitungen aus dem Synodiſchen, als dem Fundamentalen, zurück.

* Bei der geringen Verſchiedenheit der Dauer der beiden Arten von Jahren und der nicht weniger nur geringen Bewegung des Frühlingspunctes kann dieſe letztere tropiſch oder ſideriſch für gleich groß erachtet werden, — eine Bemerkung, durch welche für tiefer gehende Leſer der Einwendung einer ſcheinbaren petitio principii vorgebeugt werden ſoll.

U.

Uhr; Horologium; *Horloge*, Pendule, Montre. In der allgemeinſten Bedeutung: jede zur Eintheilung und zur Angabe der Zeit eingerichtete Maſchine; im neueren, namentlich aſtronomiſchen Sinne aber eine ſolche durch Räderwerk getriebene Maſchine. Von den Sonnenuhren nämlich, welche mir meine Leſer einwenden könnten, iſt hierbei keine Rede; ich handle davon unter einem andern Geſichtspuncte im beſondern Artikel Gnomonik, und komme unten nur zur Vergleichung darauf zurück; — die uralten Sand- und Waſſeruhren aber, welche wohl noch auf den Kanzeln geſehen werden, ſind ſo höchſt unvollkommene Inſtrumente, daß ich ihrer weiter gar nicht mehr erwähne.

Als aſtronomiſches Inſtrument zuvörderſt findet ſich die, alſo „Zeit meſſende und angebende Räder-Uhr“ ſchon in dieſem Collectiv-Artikel Inſtrumente, aſtronomiſche, überhaupt bezeichnet. Da der ganze Himmel mit allen ſeinen Geſtirnen in einer immerwährenden Bewegung begriffen iſt, ſo reicht es nicht hin, den Ort, die gegenſeitige Entfernung u. ſ. w. dieſer Geſtirne zu kennen, ſondern man muß auch den Moment anzugeben wiſſen, zu welchem jeder ſolche Wechſel ihrer Erſcheinung eintritt. Nun liegt der Forderung dieſer Beſtimmung durch ein Inſtrument, ihrer Natur gemäß, die Bedingung der Gleichförmigkeit der Angaben dieſes Inſtruments, als unerläßlich, zu Grunde: wenn das, angedeutetermaßen, durch Räderwerk getriebene und in Bewegung im „Gange“ erhaltene, aſtronomiſche Inſtrument der „Uhr“ die Momente der Himmelserſcheinungen, die Zeitverſchiedenheiten zwiſchen ihnen u. ſ. w. nach einem richtigen Verhältniſſe angeben ſoll, ſo muß jene Bewegung, jener Rädergang ein gleichförmiger, er muß ein ſolcher ſeyn, daß dabei gleich lange dauernde Zeiträume auch auf gleiche Art bezeichnet werden. Da meine Leſer die „Uhr“ vor Augen haben, ſo darf ich alsbald ſagen: ihr Gang muß ſchlechterdings ſo eingerichtet ſeyn, daß der durch das Räderwerk getriebene Zeiger genau eben ſo viel Zeit gebraucht, um z. B. von der 12 zur 1, wie von der 1 zur 2

zu gelangen u. ſ. w.; und die Hauptaufgabe war alſo die, eine Bewegung von unzweifelhafter Gleichförmigkeit, Behufs der Vergleichung des ſodann darauf zu beziehenden Uhrganges zu ermitteln: der Conſtruction der zur Zeitmeſſung beſtimmten „Uhrmaſchine“ ſelbſt mußte die Kenntniß eines ſolches untrüglichen Mittels der nachherigen Prüfung der Gleichförmigkeit vorangehen.

Ein ſolches Mittel bietet glücklicherweiſe der Himmel ſelbſt dar. Wir wiſſen, namentlich aus den Artikeln Aufſteigung, gerade, Sternzeit und Tag und Unveränderlichkeit ſeiner Dauer, daß die wirkliche Axendrehung der Erdkugel von Abend gegen Morgen, gleichwie die dadurch veranlaßte (ſcheinbare) tägliche Himmelsbewegung von Morgen gegen Abend mit der verlangten vollkommenen Gleichförmigkeit vor ſich gehen, und daß alſo ein Fixſtern immer und immer genau 24 Stunden der eben citirten Sternzeit, d. h. 1 Sterntag gebraucht, um die vollen 360° jener Tagesbewegung gleichförmig zurückzulegen, dergeſtalt, daß auf den 24ſten Theil der 360 Grade oder auf $\left(\frac{36}{24} = \right)$ 15° auch der 24ſte Theil des Sterntages, d. h. 1 Sternſtunde u. ſ. w. kommen.

Die Forderung an das Uhrwerk reducirte ſich demnach nunmehr darauf, der ſo vollkommen gleichförmigen Bewegung eines Fixſterns* in ſeinem Tagkreiſe mit derſelben Gleichförmigkeit zu folgen, alſo während der Durchlaufung der 360° dieſes Kreiſes durch den Stern einen** vollen Umlauf des Stundenzeigers, während der 15° ein Fortrücken von 1 Stunde u. ſ. w. zu bewirken; — und dieſe Abſicht iſt nach vielfachen vergeblichen Anſtrengungen, deren Geſchichte ich in Pendel, S. 280 flgd. vortrage, vermittelſt der Stern-Pendeluhren erreicht worden, von welchen der Art. Sternzeit handelt. Eine ſolche („aſtronomiſche“ oder) Stern-Pendeluhr* beſchreibt ihre 24 Stunden in einem Sterntage (in der Zeit, welche vom Eintritte eines Fixſterns oder eines beſtimmten Aequatorspunctes in den Meridian bis zum nächſten Wiedereintritte verſtreicht), und iſt, wie auch ſchon im citirten Art. Sternzeit bevorwortet worden, für den Augenblick der Culmination des Frühlingspunctes auf 0 (24) ^{h} 0′ 0″) geſtellt, demgemäß ihre Zeit (1 Stunde = 15°) im ſpäteren Augenblicke der Culmination jedes folgenden Geſtirns zugleich deſſen gerade Aufſteigung angibt. Auf dieſe Uhr-Sternzeit (Fundamentalzeit) muß bei der alſo für ſie allein ausführbaren beſtändigen unmittelbaren Vergleichbarkeit mit der Tagesbewegung des geſtirnten Himmels (mit der Axendrehung der Erdkugel), als dem nachgewieſenen Urtypus der vollkommenen Unveränderlichkeit und Gleichförmigkeit, alles andere Zeitmaß zurückgeführt werden.

Als ein ſolches zweites, ſeiner bequemeren Anwendung wegen, der Uhreinrichtung zu Grunde gelegtes Zeitmaß hat man nämlich die „mittlere“ Sonnenzeit (vergl. d. A.) angenommen. Die „wahre,“ von den Sonnenuhren, auf die ich unter dieſem Geſichtspuncte der bloßen Vergleichung hier zurückkom-

* Eines „Fixſterns“; denn den übrigen Geſtirnen wohnen Eigenbewegungen bei, wogegen hier für den „Fixſtern“ gänzliche Unbemerkbarkeit einer ſolchen Eigenbewegung, wenigſtens von einem Tage zum andern, angenommen wird.

** „Einen“ oder zwei, nachdem das Zifferblatt gleich in 24 gleiche Theile (wie z. B. der Stundenring auf dem Globus), oder, nach der gewöhnlicheren Art, nur in 12 ſolche Theile getheilt iſt.

* Ich ſetze hierbei aus dem citirten Artikel die Kenntniß der aſtronomiſchen Secunden-Pendeluhr, wie dieſe Uhren in der Regel eingerichtet ſind, voraus, und bemerke unter dieſer Vorausſetzung nur gleich noch, daß man (vergl. Sternzeit) jede ſolche, mittlere Sonnenzeit zeigende (d. h. alſo gewöhnliche) Uhr auf Sternzeit bringen (ſo viel ſchneller gehend machen) kann, indem man ihre Linſe 2,3 Pariſer Linien höher ſchraubt. Umgekehrt wird natürlich die Sternuhr durch eine gleiche Erniedrigung der Linſe zur gewöhnlichen Pendüle (geht dann im nämlichen Verhältniſſe langſamer).

men wollte, gezeigte Zeit entbehrt wegen des l. c. nachgewieſenen veränderlichen Ganges der wahren Sonne aller Gleichförmigkeit, welche wir gleichwohl als Grundbedingung der Uhr-Conſtruction erkannt haben, und man hat alſo eine mittlere, den Aequator mit ſonach gleichförmiger Geſchwindigkeit durchlaufende Sonne fingirt, und die danach regulirten Uhren in der Art eingerichtet, daß ſie (ſtatt wie jene Sternuhren von einer Stern-Culmination zur nächſten, vielmehr) von einer Culmination dieſer fingirten, mittleren Sonne bis zur folgenden ihre 24 Stunden beſchreiben.

Solchergeſtalt ſind bekanntlich unſere gewöhnlichen Taſchen- und Pendeluhren, auch die, nur mit größerer Sorgfalt gearbeiteten Chronometer (ſ. d. A.) gebauet; und die von ihnen gezeigte „mittlere Sonnenzeit“ wird (vgl. wieder Sonnenzeit, S. 458) zur Uhrprüfung* dadurch mit der obigen (Fundamental-) Sternzeit verglichen, daß während ihrer bloßen 24 Stunden die Sternuhr 24 St. 3′ 56″,5, alſo die letzteren 3′ 56″,5 mehr durchlaufen haben muß, welche Bedingung demnach eine beſtändige Zurückführung auf das urſprüngliche Zeitmaß des Stern- und Sternuhr-Laufes geſtattet. Nach dieſer mittleren Zeit ſeines beſtimmten Meridians rechnet übrigens nicht weniger der Aſtronom; neben ſeiner oben beſchriebenen Stern-Uhr, welche ihm, wie geſagt, mit dem Augenblicke der Culmination eines Geſtirns in Sternzeit zugleich deſſen gerade Aufſteigung angibt und dadurch ihren Zweck erfüllt, hat er noch ſeine, nach ſolcher mittleren Sonnenzeit regulirte (Secunden-) Pendel-Uhren** und Chronometer; in ihrer (in der „mittleren Sonnenzeit“ ſeines Meridians) kündiget er den Eintritt ſonſtiger Himmelsbegebenheiten, z. B. einer Finſterniß an; und auf dieſe Zeit beziehen ſich die in den, für den betreffenden Meridian berechneten aſtronomiſchen Tafeln ohne weitere Bemerkung vorkommenden Zeitangaben.

Der Aſtronom bedarf demnach, um nun zu reſumiren, neben der Stern-Uhr, welche das beſondere Hülfsmittel unmittelbaren Ausdruckes der geraden Aufſteigungen durch die entſprechenden Uhr-Sternzeiten abgibt, auch der in der gewöhnlichen, allgemein gebräuchlichen Art nach mittlerer Sonnenzeit regulirten Pendeluhren und Chronometer, auf deren Zeitangaben ſich alſo ſeine Tafeln beziehen. Ueber die danach ſehr einfache Einrichtung und Darſtellung der „Sternuhren“ aus dieſen letzteren Pendülen iſt oben das Erforderliche beigebracht; über die gewöhnlichen Pendeluhren und die Chronometer aber handeln die Artikel Pendel (S. 280) und Chronometer, wo ſich auch die Geſchichte der Erfindung und allmäligen Vervollkommnung der „Uhren“ findet, ſo daß ich hier nur noch die erforderlichen literariſchen Notizen zu geben habe. Das Ganze der Uhrmacherkunſt aber handeln ab: Geißler „Lehrbegriff der Uhrmacherkunſt.“ Lpzg. 1793.

* Eine andere Prüfung gewährt freilich die im Vortrage über Sonnenzeit allein vorgeſchriebene Vergleichung der Gleichung der Zeit (vergl. d. Art.); allein die oben geforderte Unmittelbarkeit wird nur durch die Beziehung auf „Sternzeit“ dargeboten, indem der Gleichung der Zeit in aller Strenge höchſt umfaſſende Rechnungen zu Grunde liegen.

** Wir wollen uns zur Verſinnlichung eine ſolche (gewöhnliche) und eine Sternuhr neben einander denken; die letztere zeigt, angeführtermaßen, $0^h\ 0'\ 0''$ im Augenblicke der Culmination des Frühlingspunctes; die erſtere dagegen gibt 0 (oder nach der gewöhnlichen Einrichtung des Zifferblattes 12^h) $0'\ 0''$ an, wenn der Mittelpunct ihrer fingirten Sonne im Meridian ſtehen ſollte. Dieſe Zeiten werden natürlich nur höchſt ſelten zuſammentreffen; und wenn man alſo beide Uhren (die in Sternzeit und mittlerer Sonnenzeit durchlaufenen Stunden, Minuten) unmittelbar auf einander beziehen wollte, ſo müßte man ſich die Stunde, Minute, Secunde der gewöhnlichen Pendeluhr in jenem Augenblicke bemerken, in welchem die Sternuhr eben $0^h\ 0'\ 0''$ hat.

4. und der große Franzöſiſche Uhrkünſtler **Berthoud** (Ferdinand, geb. 1727 in der Grafſchaft Neufchatel, aus angeborner Neigung Uhrkünſtler, und geſtorben zu Paris 1807) „Traité des horloges.“ 2te Aufl. Paris. 1786. 4. Für das Bedürfniß meiner Leſer, namentlich unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte, wird genügen des fleißigen Leipziger Aſtronomen Jahn „Anleitung zur Beſtimmung des Ganges und Standes der Uhren.“ Lpzg. 1842. 8., wo S. 23 die Bedingungen einer guten aſtronomiſchen, nach mittlerer Zeit eingerichteten Pendeluhr angegeben werden. Ueber Chronometer im beſondern verbreitet ſich dagegen Hanſen (der uns vielfach bekannt gewordene, zeitige Director der Sternwarte Seeberg bei Gotha) „Ueber Chronometer.“ Altona. 1840. 8.

Endlich und ſchließlich füge ich dieſem Vortrage über Uhren noch die, wohl manchem meiner reicheren Leſer willkommene Bemerkung bei, daß („Aſtronom. Nachrichten.“ Nr. 601) der Uhrkünſtler Tiede zu Berlin aſtronomiſche Pendeluhren in größter Vollkommenheit zu 300 bis 400 Thalern (preußiſch), Taſchen-Chronometer aber zu 350 Thalern liefert.

Umdrehung, Umwälzung, „Axendrehung,“ „Rotation;“ Rotatio, Gyratio; *Rotation*. Ich habe von der Umdrehung (Umwälzung) der Himmelskörper um eine Axe zwar ſchon in den beiden bezeichneten Artikeln unter verſchiedenen Geſichtspuncten gehandelt; dieſer Gegenſtand iſt aber von ſo weiter Natur und in der Aſtronomie von ſolcher Wichtigkeit, daß ich hier nochmals beſonders darauf zurückkommen muß.

Allgemein zuvörderſt belegt man mit dem Namen der „Umdrehung“ diejenige Bewegung eines beliebigen Körpers, wobei eine gewiſſe gerade Linie in ihm in („relativer“ *) Ruhe verharrt, ſeine übrigen Puncte aber Kreiſe um dieſelbe beſchreiben; dieſe Linie nennt man die Axe der Umdrehung (Axis rotationis s. gyrationis; *Axe de rotation*), und die Puncte, in welchen ſie die Oberfläche des Körpers ſchneidet, die Pole der Umdrehung (Poli rotationis; *Poles de rotation*). Iſt der rotirende Körper in specie eine Kugel (kugelförmig) *, womit als ausſchließender Geſtalt der Weltkörper, die Aſtronomie, angegebenermaßen, es hierunter allein zu thun hat, ſo heißt der, auf der Axe lothrechte größte Kreis der Aequator der Umdrehung, und jeder mit ihm gleichlaufende kleinere Kreis ein Parallelkreis; den Polen, eben ſo wie den übrigen, in der Axe ſelbſt liegenden Puncten wird bei dieſer „Umdrehung“ Ruhe im obigen Sinne beigemeſſen.

Im Univerſum ſodann, um nunmehr zu der in den bezeichneten Artikeln angedeuteten Art der Erſcheinung zu kommen, in deſſen freiem Raume wir uns dieſe kugelförmigen Weltkörper, auf welche ſich, wie geſagt, unſere aſtronomiſchen Erörterungen über „Umdrehung“ beſchränken, freiſchwebend vorzuſtellen haben, bewirkt ein directer (nach dem Centrum gerichteter) Stoß gegen eine ſolche Kugel ** (vergl. Bahnen, S. 104) bloß das geradlinige Fortgehen derſelben ohne Umdrehung (bloß eine „progreſſive“ ohne gleichzeitige „rotatoriſche“ Bewegung); der excentriſche Stoß aber bringt neben dem pro-

* Wirklich nur in „relativer,“ nicht in abſoluter Ruhe; denn die Linie (Rotationsaxe) drehet ſich allerdings mit; ſie behauptet dabei bloß ihre Stellung gegen die nämlichen Raumpuncte (ihren Ort). — Dieſe Nichtunterſcheidung gibt oft genug Anſtoß, welchem durch eine ſo einfache Bemerkung alsbald begegnet wird.

* Ich will mit dieſem Ausdrucke (vgl. hinten) nur dem Einwande vorbeugen, welchen man mir aus der „ſphäroidiſchen,“ von der reinen Kugel jedoch wenig abweichenden Form der Geſtirne herleiten könnte.

** Die Theorie der Rotation verlangt auch noch die „Gleichartigkeit“ (materielle Homogeneität) der Kugel; ich habe (vergl. Erde, S. 371, wo man nur ſtatt des Druckfehlers „wechſelnden,“ wachſenden zu leſen hat) die Gleichartigkeit in den verſchiedenen concentriſchen planetariſchen Schichten nachgewieſen.

greſſiven Fortgehen *zugleich* Axendrehung hervor.* Beide Bewegungen dauern, wenn ſie einmal hervorgerufen ſind, in dieſem freien Raume, der bloßen *Trägheit* (vergl. d. A. und *Centralbewegung*, S. 141) gemäß, unverändert fort, ohne daß eine in die andere weiteren Einfluß** hätte; auch wirken *Centralkräfte* (ſ. gleichfalls dieſen Art.) oder Perturbationen, welche jene *progreſſive* Bewegung ändern, *nicht* auf die *rotatoriſche*; eine mehrere oder mindere Sonnen-Anziehung auf den rotirenden Planeten Erde in den verſchiedenen Bahnſtellen z. B. ändert die *Bahngeſchwindigkeit* (die *progreſſive*) in dieſen Stellen, ohne die *rotatoriſche* im mindeſten zu alteriren.

Der alſo zugegebene Modus der Entſtehung (verbundener progreſſiver und) *rotatoriſcher Bewegung* der (homogenen) Geſtirnkugeln im widerſtandloſen Weltenraume durch einen excentriſchen Stoß*** ferner macht zugleich die Möglichkeit der vollkommenen Gleichförmigkeit dieſer Umdrehungsbewegung in derjenigen ewigen Fortdauer begreiflich, worüber ich mich, mit namentlicher Rückſicht auf unſern Planeten *Erde*, beſonders im Art. *Tag und Unveränderlichkeit ſeiner Dauer* ausgeſprochen habe; und wenn meine Leſer in dieſem Bezuge nochmals das Experiment mit der alſo in Drehung verſetzten Holzkugel am Faden wiederholen, ſo werden ſie ſich beim Anblicke des ſchon ſo nahen Iſochronismus *dieſer* Drehungen leicht überzeugen, daß dieſelben den Charakter *vollkommener* Unveränderlichkeit eben ſo gut wie die Rotationen der Geſtirnkugeln behaupten würden, wenn nur die Holzkugel, gleich den letzteren, frei von aller Reibung und allem Luftwiderſtande, im feinſten Aethermedium rotirte. Daß aber die Axendrehung (der *Sterntag*,* ſ. *Sternzeit*) namentlich unſeres Planeten Erde ſeit den früheſten Zeiten wirklich keine, auch nur irgend bemerkbare Veränderung ſeiner Dauer erlitten hat, geht (*Aufſteigung, gerade*, S. 85) ſchon daraus unwiderleglich hervor, daß ſich z. B. der ſchon den Alten nach *mittleren*, und alſo auch nach den davon in einem *feſten* Verhältniſſe verſchiedenen „*Sterntagen*,“ *Stunden, Minuten, Secunden* bekannte (durchſchnittliche) *ſynodiſche Monat* noch heute *vollkommen genau* eben ſo lang findet.** Eben ſo unveränderlich iſt, wie ich gleichfalls im citirten Art. nach-

* Der eigene Verſuch mit einer an einem Faden befeſtigten (z. B. Holz-) Kugel gewährt die lebhafteſte Ueberzeugung hiervon; ich habe dieſen Verſuch ſchon an andern Stellen unſeres Werkes dringend empfohlen, und bitte ihn auch dießmal zuerſt anzuwenden, obwohl ich gezwungen ſeyn werde, weiterhin noch ein anderes Experiment vorzuſchlagen.

** Wenn man die eben als Beiſpiel gewählte Kugel in „Umdrehung“ verſetzt hat, ſo kann man ſie dabei an ihrem Faden langſamer oder ſchneller umhertragen, ohne daß durch dieſe Verlangſamung oder Beſchleunigung der *progreſſiven* Bewegung in jener *rotirenden* irgend etwas geändert wird. — Dieſer Augenſchein wirkt beſſer auf die Ueberzeugung, als eine ſtrenge Demonſtration.

*** Wir wiſſen aus dem Art. *Folge der Zeichen*, S. 581, daß *beide* Bewegungen nach dieſer *nämlichen* Richtung erfolgen, welches einen Grund mehr für die Vermuthung ihrer *gemeinſchaftlichen* Entſtehung durch denſelben „excentriſchen“ Stoß abgibt. Ich deute dieſen Umſtand aus Gründen hier nur gleich vorläufig an, mir vorbehaltend, hinten ausführlicher darauf zurückzukommen.

* Zur ſchnellſten Ueberſicht: Indem die Erdkugel eine volle *Axendrehung* (von *Weſten* nach *Oſten*) *wirklich* ausführt, *ſcheint* der Stern von *Oſten* nach Weſten in den Meridian zurückzukehren, daß alſo *Rotations-* und *Stern-Tag* genau von gleicher Dauer ſind. — Auf den directen Beweis für die Wirklichkeit jener Axendrehung der Erdkugel, als Urſache dieſer letzteren ſcheinbaren Himmelsbewegung, welchen Beweis ich aus den citirten Artikeln vorausſetze, komme ich auch hinten nochmals beſonders.

** Für gelehrtere Leſer: die „Beſchleunigung der mittleren Mondbewegung“ (*Mondungleichheiten*, S. 192) iſt bei dieſer Vergleichung in *Rechnung* gebracht.

gewieſen habe, die Lage der Rotationspole auf der Erdkugel, und gewiß nicht weniger auch auf den übrigen rotirenden Weltkörpern.* Dieſe Methode der Beſtimmung der Umdrehung durch Beobachtung der Dauer des „Sterntages“ (als Folge der Rotation) findet für uns natürrlich nur Anwendung auf den eigenen Planeten Erde; wie die Rotation der übrigen Planeten, gleichwie der Sonne, durch Fleckenbeobachtung ermittelt wird, habe ich in dieſem Art. Rotation, welcher ſich vorzüglich nur darauf beſchränkt, gelehrt, und komme auch hinten nochmals darauf zurück.

Die „Rotation“ der Nebenplaneten dagegen (ſ. den Art. S. 217)**, namentlich des Erdmondes (Mond, S. 151), unterſcheidet ſich von dieſer Bewegung der Hauptplaneten weſentlich dadurch, daß ſich hier Rotation und Revolution an Dauer gleich ſind; während der Nebenplanet Erdmond z. B. ſeinen Hauptplaneten Erde progreſſiv Einmal umläuft, drehet er ſich rotirend auch nur Einmal um ſeine Axe, wogegen der Hauptplanet Erde ſeinen Jahreslauf um die Sonne in Verbindung mit täglichen Axendrehungen ausführt, — und eben ſo verhält es ſich mit den übrigen, von Monden begleiteten Planeten. Stellt man ſich, wie wir es mit Anwendung eines, da das bis jetzt gebrauchte mich hier verläßt, andern Gleichniſſes l. c. gethan haben, die verbundene „progreſſive“ und „rotatoriſche“ Bewegung des Hauptplaneten Erde um die Sonne unter dem Bilde einer rollenden Kugel vor, ſo erſcheint der Mond dagegen als eine um den Hauptplaneten bloß gleitende Kugel; und wenn der progreſſiv-rotatoriſche Impuls auf den Hauptplaneten daher in dem oben dafür poſtulirten excentriſchen Stoße beſtanden hat, ſo muß man für die Nebenplaneten vielmehr ein bloßes Fortſchieben,* oder, was das Nämliche ſagt, den directen Stoß annehmen.

* Pontécoulant: „Théorie analytique du systême du monde. I. VIII. „Les poles sont invariables à la surface de la terre. La vitesse de rotation de cette planète n'est sujette à aucune inégalité. Ces conditions assurent à jamais *l'invariabilité du jour sidéral, et la stabilité des latitudes terrestres.*“ — Dieß heißt (um — vergl. Polarſtern, S. 334 — einem Mißverſtändniſſe vorzubeugen): die Drehungsaxe der Erdkugel iſt immer dieſelbe geweſen; ſie hat ihre Lage in dieſer Kugel nie verändert, obwohl ſie ſich mit dieſer Kugel andern Himmelspuncten zukehrt. — Auf dieſe gänzliche Unveränderlichkeit des Sterntages (der Rotation der Erdkugel) komme ich hinten noch unter einem andern Geſichtspuncte zurück.

** Der dort ohne weitere Bemerkung hervorgehobene Umſtand, daß dieſe Nebenplaneten (Monde) dem Hauptplaneten ſtets dieſelbe Seite (Kugelhälfte) zukehren, ſchließt (Mond, S. 151) die Bedingung der gleichen Dauer ihrer Rotation und Revolution, wie ich dieſe Gleichheit oben daraus folgere, nothwendig ein.

* Eine geringe Anſtrengung der Einbildungskraft macht dasjenige, was ich hier eigentlich andeuten will, wohl bald klar. Man kann zwar die ganze Unterſuchung ablehnen, indem man die doppelte (die progreſſive und „rotatoriſche“) Bewegung ſowohl für die Haupt- als Nebenplaneten, als von Ewigkeit her beſtehend annimmt, und ſchon deßwegen nach ihrem Urſprunge gar nicht weiter fragt. Allein der oben hervorgehobene, ſo weſentliche Unterſchied zwiſchen der Art dieſer Doppelbewegung für die Haupt- und für die Nebenplaneten erheiſcht doch ſchlechterdings wenigſtens eine ſolche Andeutung über ſeinen Grund, wie ich ſie im Texte vorbringe. Der excentriſche Stoß in Verbindung mit der Centralkraft der Sonne verſetzte alſo (Bahnen, S. 105) den Hauptplaneten in die Bewegung einer den Centralkörper rollend umlaufenden Kugel; der directe Stoß (der bloße „Schub,“ wie ich oben ſage) brachte dagegen den Nebenplaneten (namentlich unſern Mond, vergl. d. A. S. 154) in den, dem Fortgange einer bloß gleitenden Kugel ähnelnden Lauf um den, vorzugsweis ſeine zugewendete

Noch ein anderer, mit der „Axendrehung" verbundener und von ihr abhängiger Umſtand hiernächſt iſt die *Abplattung* (ſ. d. Art.) der rotirenden und darum oben von mir nur als „*kugelförmig*" bezeichneten Weltkörper. *Daß* die Rotation dieſe „Abplattung" bewirken muß, und *wie* ſie ſie bewirkt, iſt im citirten Artikel mit aller Ausführlichkeit nachgewieſen; die *Größe der Abplattung*, als die *Wirkung*, ſteht im richtigſten Verhältniſſe zum *Volumen des rotirenden Körpers* und zur *Schnelligkeit ſeiner rotatoriſchen Bewegung*, als den veranlaſſenden *Urſachen*; und der ſchnell rotirende *Jupiter* z. B., der größte aller Planeten unſeres Syſtems, zeigt dieß (vergl. l. c. S. 26) durch ſeine beſonders ſtarke *Abplattung* ganz augenſcheinlich, gleichwie umgekehrt der *Mangel aller wahrnehmbaren Abplattung an den* (nochmals l. c. S. 27) *Monden* in ſeiner Abhängigkeit von der *eigenthümlichen*, *ſo langſamen Rotation* und (verhältnißmäßig) *geringen Größe* dieſer Weltkörper einen nicht weniger augenſcheinlichen Beweis dafür liefert. — Ich komme auch hierauf unten nochmals zurück.

Ich hatte oben verſprochen, hier außerdem noch unter einem andern Geſichtspuncte auf die für uns ſo unendlich wichtige Frage nach der vollkommenſten *Gleichförmigkeit der Rotation unſeres Planeten Erde* (gänzliche *Unveränderlichkeit der Dauer unſeres* [*] *Sterntages*) zurückzukommen, wozu mir eine Bemerkung des großen Franzöſiſchen Geometers *Laplace*, welche ich nach dem „Journal de Physique." April. 1820. in meinen Notizen finde, die Veranlaſſung gibt. Die Rotationsdauer (der Sterntag) könnte nämlich, wie *Laplace* hervorhebt, nur dadurch alterirt werden, daß die ganze Maſſe der Erde eine Aenderung ihres *Volumens* erlitte. Nun iſt bei allen uns bekannten Körpern mit einer Aenderung ihrer Temperatur auch eine ſolche Aenderung des Volumens verknüpft; und da ſich, erwieſenermaßen, unſer Sterntag ſeit den älteſten Zeiten ſtreng gleich geblieben iſt, ſo muß alſo auch die Innerwärme des Erdkörpers noch jetzt dieſelbe wie zu jenen Zeiten ſeyn. Die nicht veränderte „*Umdrehungszeit*" des Erdkörpers ſpricht alſo dafür, daß auch eine Veränderung ſeiner Innerwärme nicht vorgegangen ſey, gleichwie umgekehrt der Beweis der Permanenz der letzteren einen Grund der Unveränderlichkeit des Sterntages mehr abgeben würde.

Gleichergeſtalt iſt vorn des höchſt merkwürdigen Umſtandes, daß die *progreſ-*

Halbkugel anziehenden Hauptplaneten (Centralkörper). — Durch dieſe nähere Bezeichnung eines ſolchen *Unterſchiedes des progreſſiv-rotatoriſchen Impulſes* für die beiden Kategorien von Weltkörpern wird der entſprechende *Unterſchied in der Art ihrer Bewegung* bis zur Beruhigung des darüber ſinnenden Verſtandes aufgeklärt; und ich halte beſonders das dazu erdachte Gleichniß einer „*rollenden*" *Planeten* im Gegenſatze einer bloß „*gleitenden*" *Mondkugel* für glücklich gewählt, und habe demſelben für meine Perſon vor andern Erklärungsverſuchen den Vorzug gegeben. Indeß ließe ſich vielleicht auch für die *Nebenplaneten* ein „*excentriſcher* Anſtoß," aber genau von ſolcher Abmeſſung der Gewalt poſtuliren, daß *Rotation* und *Revolution* dabei eben immer gerade gleich erhalten würden. Die rechte Vorſtellung davon ſcheint *mir* jedoch ſchwieriger, obwohl ich den Leſern die Andeutung um ſo weniger vorenthalten zu dürfen geglaubt habe, als ich mich erinnere, Aehnliches einmal aus der Feder des uns als *Kometen*- (vergl. den Art. S. 958) Entdecker bekannten Böhmiſchen Aſtronomen v. *Biela* geleſen zu haben.

[*] Ich ſage zwar nur „unſeres," habe aber dieß *Geſetz der Unveränderlichkeit des Sterntages* ſchon im Laufe des ganzen Vortrages auf *alle* rotirenden Weltkörper ausgedehnt. Zum Theile geht dieß, wie ich den Umſtand hier nochmals hervorheben wollte (vergl. *Rotation*, S. 358), aus der unmittelbaren Beobachtung ſelbſt hervor; zum andern Theile folgt es aber ganz unabweislich aus der bloßen Analogie; und ich brauche mich alſo auch nicht noch weiter darüber auszulaſſen.

ſiven ſowohl als die rotatoriſchen Bewegungen („Axendrehungen“) der Haupt- und Nebenplaneten* nach der nämlichen Richtung: der Folge der Zeichen (ſ. d. A.), vor ſich gehen, nur erſt vorläufig und mit Verweiſung wegen des Näheren hierher Erwähnung gethan.

Verſinnlichet man ſich aber, unſerem zuletzt gewählten Gleichniſſe gemäß, nochmals den Hauptplaneten als eine den Centralkörper rollend, und den Nebenplaneten (Mond) dagegen als eine denſelben bloß gleitend umlaufende Kugel; ſo erhellt am beſten, daß gerade der von uns poſtulirte, reſpective excentriſche oder centrale Stoß die verbundene Bewegung eben nur nach gemeinſchaftlicher Richtung hat hervorbringen können, wovon man ſich durch eine, z. B. auf dem Tiſche in dieſe Bewegungen verſetzte Kegelkugel ſo einleuchtend überzeugen wird, daß ich auch jetzt nichts Weiteres darüber hinzuzufügen brauche.

Durch dieſe Axendrehung hiernächſt ferner wird den Theilen des rotirenden Weltkörpers ein Schwung beigebracht, wovon die oben erwähnte „Abplattung,“ auf die ich unter dieſem Geſichtspuncte hier nochmals zurückkommen wollte, die nächſte Wirkung iſt, in deſſen Folge jenen Theilen aber auch noch ein Beſtreben inhärirt, ſich vom Mittelpuncte ihres Planeten zu entfernen, welches die Schwere an den betreffenden Stellen des letzteren vermindert, und worüber ich im Art. Schwungkraft ausführlich handle.

Endlich aber könnten meine Leſer auf dieſe Veranlaſſung auch noch nach den ebenfalls ſchon vorn angeregten directen Beweiſen für die Wirklichkeit der Axendrehung der Erdkugel fragen, welche Erddrehung wir doch eigentlich nur poſtuliren, da ſich uns ſinnlich nichts als die Drehung des Sternenhimmels manifeſtirt, deren Urſache wir in der Rotation ſuchen. Einen ſolchen directen Beweis hat man ſich indeß namentlich durch diejenigen Fallverſuche zu verſchaffen gewußt, über welche ich mich im letzteren Art., S. 419, ausführlich erkläre, und welche ich, mit Verweiſung wegen des Näheren dorthin, hier nur in das Gedächtniß habe zurückrufen wollen. Sehr ſchön und viel ausführlicher und gelehrter, als dieß der Plan meines Werkes geſtattet, findet ſich, wie ich gleich noch mit anmerke, das darüber zu Sagende in dem vom Halleſchen Phyſiker Kämtz für die Erſch-Gruber'ſche Encyklopädie gearbeiteten Art. Erde, S. 275 flgd., vorgetragen.

Dieſer Literarnotiz füge ich ſchließlich hinzu, daß die Betrachtung der Umdrehung um Axen im weiteren Sinne einen beſondern Abſchnitt der höheren Mechanik ausmacht, den man in ſeiner ganzen Ausführlichkeit abgehandelt findet beim Euler (Leonhard, dem 1787 verſtorbenen Petersburger Akademiker, welchen wir näher aus dem Artikel Achromatiſch, S. 32, kennen): „Mechanica analytice exposita.“ Petersburg. 1765. 3 B. 4. Cap. II. pag. 122 flgd.; kürzer, obwohl nicht weniger höheren Calcül in Anſpruch nehmend, faßt ſich der Wiener Aſtronom Littrow in dem für die neue Ausgabe von Gehler's „Phyſikal. Wrtrb.“ gearbeiteten Art. Umdrehung; — und bloß unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte behandelt die Lehre von der Rotation umſtändlicher Pontécoulant in der ſchon oben citirten „Théorie“ pp. II. 159: „Du mouvement de rotation des corps célestes.“

In dem von mir beabſichtigten Umfange dagegen hoffe ich den Gegenſtand bei der gleich Eingangs bevorworteten Vergleichung der beiden Artikel Rotation und Tag und Unveränderlichkeit ſeiner Dauer im gegen-

* In eben der Richtung erfolgt (vgl. Sonnenflecke, S. 435) die Axendrehung der Sonne, wogegen ſich über die progreſſive Bewegung dieſes Geſtirns in Rückſicht auf die Umlaufszeit natürlich Nichts beſtimmen läßt. — Von einer Axendrehung der Kometen wiſſen wir Nichts; wohl aber iſt in dem ſie betreffenden Artikel gleich Eingangs darauf aufmerkſam gemacht worden, daß ihr Lauf in der Bahn bald recht-, bald rückläufig iſt, und daß ſie ſich dadurch von allen übrigen Weltkörpern unſeres Syſtems unterſcheiden.

wärtigen Vortrage nunmehr nach allen Seiten beleuchtet zu haben, und beende alſo die Abhandlung über Axendrehung („Umdrehung") hiermit.

Umlauf oder **Revolution**, ſ. d. letzteren Artikel, indem es, wie dort weiter ausgeführt wird, jetzt gebräuchlicher iſt, die progreſſive (die Jahres-) Bewegung der Geſtirne in ihrer Bahn unter dem Namen der „Revolution," der drehenden (der täglichen) Bewegung um die Axe unter dem Namen der „Rotation" entgegenzuſetzen. Dagegen ſagt man, wie auch l. c. bevorwortet iſt, gewöhnlicher

Umlaufszeit; Tempus periodicum; *Temps périodique*. Man verſteht darunter in unſerem aſtronomiſchen Sinne diejenige Zeit, deren ein Weltkörper zur Zurücklegung voller* 360° um den Centralpunct ſeiner Bahn (der Hauptplanet und Komet um die Sonne, der Nebenplanet um den Hauptplaneten, der Begleitſtern in den Doppelſternſyſtemen — vergl. Fixſterne, S. 563 — um den Centralſtern), d. h. alſo zur Durchlaufung dieſer Bahn** von irgend einem in ihr gewählten Ausgangspuncte an bis wieder zu demſelben bedarf.

Wir wollen uns bei näherer Betrachtung dieſes wichtigen Gegenſtandes zunächſt auf die Planeten beſchränken, und uns ſogleich noch beſonders daran erinnern, daß die Bahnen derſelben, wie geſagt, um die den Bahn-Centralpunct einnehmende Sonne gehen. Demgemäß muß alſo die in Rede ſtehende „Umlaufszeit" auch auf die Sonne bezogen werden; die Frage iſt: wenn ein in der Sonne angenommener Beobachter den Planeten heut in einem beſtimmten Bahnpuncte, z. B. bei einem, dieſem Puncte entſprechenden (denſelben Punct bezeichnenden) Fixſterne, erblickt, wie viel Zeit verſtreicht, ehe der Planet, welcher vom ſelbigen Puncte (Sterne) ab ſeine ganze Bahn (in einer beſtimmten, durch den Ausdruck „nach der Folge der Zeichen" angegebenen Richtung) bis wieder zu dem nämlichen Puncte durchläuft, aus der (im Centralpuncte ruhenden) Sonne neuerdings in dieſem Bahnpuncte (bei dieſem Sterne) erblickt wird? Die darüber verſtrichene Zeit iſt die wahre,* vom Fixſtern ab, als Bahnpunct, bis wieder zu demſelben genommene, und deßwegen („Sidus") „ſideriſche" benannte, aus der Sonne, dem eigentlichen Centrum des Planetenlaufes, beobachtete „Umlaufszeit"** des einen oder des andern Planeten; und für den Planeten Erde insbeſondere iſt demnach die „ſideriſche Umlaufszeit" (das „ſideriſche Jahr," vgl.

* Die Definition in ihrer Allgemeinheit kann ſich nicht wohl anders erklären. Genau genommen iſt aber der obige Ausdruck „voller" 360° nur für die ſideriſche Umlaufszeit (die vollkommene Unbeweglichkeit der Fixſterne vorausgeſetzt) ganz wahr; während der tropiſchen Umlaufszeit werden (vgl. oben) etwas weniger, während der anomaliſtiſchen etwas mehr als eben 360° durchlaufen. — Ich komme im Texte hierauf zurück, mußte es aber für gelehrtere Leſer gleich bevorworten.

** Die Form einer geſchloſſenen Curve für die Geſtirnbahnen wird dabei vorausgeſetzt; wir haben aber bereits in Bahnen, S. 94, geſehen, daß die Bahnen aller Weltkörper Ellipſen ſind, und in Centralbewegung, S. 147, ſogar erwieſen, daß ſie keine andere Geſtalt haben können.

* Und zwar, wie ich ſchon öfter hervorgehoben habe, bei vorausgeſetzter vollkommener Unbeweglichkeit des Fixſterns, allein in aller Strenge, die wahre Umlaufszeit, weßhalb ich ſie hier eben zu Grunde lege, und die folgenden übrigen Umläufe zunächſt des Planeten Erde aus ihr ableite.

** Aus der unterdeß in Mitbewegung begriffenen Erde könnte der Planet, wie man leicht einſieht, nach einer von der obigen ganz verſchiedenen Zeit wieder im nämlichen Bahnpuncte erblickt werden, ſo daß es alſo für einen ſolchen Planeten ſchlechterdings auf den „heliocentriſchen" und nicht auf den „geocentriſchen" Ort (wofern nicht beide Orte, wie in den Conjunctionen und Oppoſitionen eben gleich ſind) ankommt. — Ich bitte, ſich dieß wohl vorſtellig zu machen.

d. Art. S. 800) die aus der Sonne geſehene Rückkehr der Erde zum nämlichen Fixſterne, oder aber, indem wir der wirklichen Bewegung des Planeten Erde die ſcheinbare Bewegung der dabei von ihm umlaufenen Sonne ſubſtituiren, welches (vergl. Ekliptik, S. 298, und Folge der Zeichen, S. 508) für die Erſcheinung offenbar ganz das nämliche Reſultat gewährt,* eben ſo gut das aus dem Planeten Erde geſehene und alſo ſtets unmittelbar beobachtbare Wiederzuſammentreffen der Sonne mit einem, für ſie zum Vergleiche gewählten Fixſterne. Die darüber verſtreichende Zeit zunächſt: das „ſideriſche Jahr", der wirkliche „ſideriſche Umlauf" der Erde um die Sonne, oder der ſomit daraus folgende ſcheinbare „ſideriſche Umlauf" der Sonne um die Erde beträgt, wie wir aus dem Artikel Jahr l. c. wiſſen, 365 T. 6 St. 9′ 11″; und in gleicher Art könnte der Beobachter auf jedem andern Planeten ſelbſt die Dauer des ſideriſchen Umlaufes dieſes ſeines Planeten nach der, von demſelben aus beobachteten ſcheinbaren Umlaufszeit der Sonne beſtimmen; — der Beobachter auf der Erde aber muß, wie geſagt, zu dieſer Beſtimmung für die übrigen Planeten andere Methoden anwenden, von denen weiter unten die Rede ſeyn wird.

Oefter jedoch, als dieſe ſideriſche Umlaufszeit namentlich unſeres Planeten Erde, will man ſodann aus den, beſonders im Art. Kalender nachgewieſenen Gründen die Zeit der Rückkehr der Erde zu einem andern Ausgangs-Bahnpuncte, nämlich zum Frühlingspuncte, d. h. die tropiſche Umlaufszeit (vgl. auch dieſe beiden Art.) wiſſen. Dieſer (Frühlings-, dieſer Nachtgleichen-) Punct unterſcheidet ſich von dem vorhin zum Ausgangs- und Wiedererreichungs-Bahnpuncte gewählten und als ganz unbeweglich angenommenen Fixſterne dadurch, daß er ſelbſt wieder beweglich iſt, und (Vorrücken der Nachtgleichen) während des nachgewieſenen „ſideriſchen" Umlaufes (Jahres) der Erde in der Erdbahn, wider die Folge der Zeichen, und demnach der umlaufenden Erde gleichſam entgegen kommend, 50 (Bogen-) Secunden zurücklegt, zu deren Durchlaufung die Erde, nach Maßgabe ihrer Bahngeſchwindigkeit, noch 20 Zeitminuten 20″ gebrauchen würde, um welche demgemäß dieſe „tropiſche Umlaufszeit," dieß „tropiſche Erdenjahr," kürzer, als das obige ſideriſche von 365 T. 6 St. 9′ 11″ ausfällt, daher daſſelbe alſo nur 365 T. 5 St. 48′ 51″ dauert.

Endlich will der Aſtronom zuweilen auch die, dem Planeten Erde erforderliche „Umlaufszeit" zur Wiedererreichung noch eines andern Bahnpunctes, nämlich des Punctes der Sonnennähe (Perihelium, oder auch der Sonnenferne, Aphelium; — vergl. die beiden Artikel) beſtimmen, welcher Bahnpunct ſich von dem mittelſt eines Fixſterns bezeichneten, unbeweglichen abermals durch eine gleichzeitige eigene Beweglichkeit unterſcheidet; der Punct der Sonnennähe (oder Sonnenferne, die Apſiden — vgl. d. A. — welchen gemeinſchaftlichen Namen ſie führen) verrückt ſich während eines ſideriſchen Jahres in der Bahn, aber nach der Folge der Zeichen um (wieder Jahr, S. 800) 11″,8 dergeſtalt, daß die Erde zu ſeiner Wiedererreichung noch der darauf kommenden Zeit von 5′ 12″ bedarf, um welche dieſer ſogenannte anomaliſtiſche Umlauf vielmehr länger als der ſideriſche dauert, demgemäß ſich derſelbe = (365 T. 6 St. 9′ 11″ + 5′ 12) 365 T. 6 St. 14′ 23″ findet.

Dieß ſind alſo die drei Arten von Umlaufszeiten (die ſideriſche, tropiſche und anomaliſtiſche), welche der irdiſche Beobachter für ſeinen Pla-

* Der „heliocentriſche" Ort der Erde iſt vom „geocentriſchen" Orte der Sonne immer ſtreng um 180° verſchieden, ſo daß alſo (nochmals Folge der Zeichen, l. c.) jedes wirkliche Fortrücken der Erde auch immer ein ganz eben ſo großes ſcheinbares Fortrücken der Sonne nach ſich zieht, und die wahre Umlaufszeit des Planeten Erde unmittelbar aus dem ſcheinbaren Umlaufe der Sonne geſchloſſen werden kann. Für die übrigen Planeten müſſen wir, wie alsdann oben gezeigt werden wird, andere Methoden anwenden.

neten Erde aus unmittelbarer Beobachtung der Sonne und Kenntniß der Bewegung der beweglichen Puncte, auf welche er ſich in nachgewieſener Art ſonſt dabei beziehen muß, ableitet. Der Beobachter auf jedem andern Planeten ſelbſt könnte von dieſem ſeinem Planeten aus, wie geſagt, ganz eben-ſo verfahren; der irdiſche Aſtronom aber, welcher doch nur den Beobachtungs-Standpunct der Erde einnimmt, muß zur Ermittlung derſelben „Umlaufszeiten“ der andern Planeten, bevorwortetermaßen, auch andere Wege einſchlagen. Welche aber nun?

Zur Beantwortung dieſer Frage ermeſſe man, daß, wiewohl Ihm ſein irdiſcher Standpunct, ſtatt der, nachgewieſenermaßen, erforderlichen heliocentriſchen Orte, unmittelbar und im Allgemeinen allerdings nur geocentriſche Orte des Planeten gewährt, daß ſich jedoch unter der letzteren ſolche befinden, welche die Stelle jener erſteren vertreten können; meine Leſer wiſſen aus den Artikeln Oppoſition und Conjunction, daß die heliocentriſchen und geocentriſchen Planeten-Längen, worauf es hierbei ankommt, in jenen beiden Aſpecten gleich (oder genau um 180° verſchieden) ſind, und daß man die Zeit der Rückkehr der resp. oberen und unteren Planeten in dieſe Stellungen die ſynodiſche (vergl. d. A.) „Umlaufszeit“ nennt. Dieſe Rückkehren eines oberen Planeten, z. B. Mars, zur Oppoſition, oder eines unteren, z. B. Mercur, zur Conjunction mit der Erde, dieſe ſynodiſche „Umlaufszeit“ der Planeten iſt aber vom irdiſchen Standpuncte aus offenbar immer beobachtbar;* und es kommt alſo nur noch darauf an, aus ihr die tropiſche* Umlaufszeit abzuleiten, welche letztere in der oben gezeigten Art, mit Rückſicht auf das Maß der indeß vorgegangenen Bewegung der betreffenden beweglichen Puncte, hinwiederum die ſideriſche und anomaliſtiſche (vergl. hinten) von ſelbſt gewährt.

Sey alſo ſolchergeſtalt die „ſynodiſche Umlaufszeit“ des Mars, worauf ich mich hier** als Beiſpiel beſchränke (Oppoſition, S. 237), = 2 unſerer Jahre 50 Tage = 780 unſerer Tage (ich brauche für meinen gegenwärtigen Zweck nicht ſchärfer zu rechnen) unmittelbar beobachtet worden, und es ſolle daraus die tropiſche abgeleitet werden, ſo lehrt ein einfaches Nachdenken, daß, gleichwie die (ſchnellere) Erde indeß zwei volle (Jahres-) Umläufe und darüber noch einen 50tägigen Bahnweg, d. h. (mit zureichender Genauigkeit) 49° gemacht hat, vom langſameren Mars dagegen nur Einmal der Vollkreis der 360° und außerdem jene nämlichen 49°, oder zuſammen 409° durchlaufen ſind; und man weiß demnach, daß dieſer Planet in den obigen 780 Tagen überhaupt 409° zurücklegt, woraus die geſuchte „tropiſche“ (die auf 360° kommende) Umlaufszeit (x) durch die Proportion $409^\circ : 780$ Tagen $= 360^\circ : x = \frac{360 \,.\, 780}{409}$ = 686 Tage folgt (wie wir dieſelbe l. c. S. 236 in ganzen Tagen auch wirklich gefunden haben).***

* „Immer beobachtbar;“ der Charakter der Oppoſition beſteht darin, daß der obere Planet dann eben um Mitternacht culminirt, wogegen die Conjunction am gleichzeitigen Meridiandurchgange des unteren Planeten und der Sonne erkannt wird; iſt die Conjunction dabei auch eine „untere,“ ſo kann z. B. Mercur nach Umſtänden als ſchwarzer Punct auf der Sonnenſcheibe geſehen werden. — Alſo in der That „immer beobachtbar.“

* Weßhalb hier nun eben die „tropiſche“ und nicht die „ſideriſche“? Die Antwort in Oppoſition, S. 236.

** Die Anwendung auf den zum zweiten Beiſpiele gewählten Mercur iſt im Art. Conjunction, S. 202, ſo wohl gemacht, daß ich gern dahin verweiſe.

*** In Oppoſition, S. 237, hatten wir auf einem andern Wege die Relation zwiſchen der ſynodiſchen Umlaufszeit (S) des Mars, ſeiner tropiſchen (T), und tropiſchen Revolution (t) der Erde, $S = \frac{Tt}{T - t}$ gefunden, welche Gleichung mit der voranſtehenden nicht übereinzuſtimmen ſcheint. Allein es folgt aus ihr das im Texte geſuchte $T =$

Auf welche Art aber aus der ſomit beſtimmten tropiſchen Umlaufszeit eines Planeten, wie des hier zum Beiſpiele gewählten Mars, mit Berückſichtignng der unterdeß Statt gehabten Bewegung des Frühlingspunctes, ſodann die ſideriſche (oder umgekehrt) abgeleitet wird, worauf ich hier nochmals zurückkommen wollte, das habe ich im Art. Jahr, S. 808, ſehr ausführlich gezeigt, und nicht weniger läßt ſich daraus in der vorn gelehrten Weiſe das von der Bewegung des andern beweglichen Bahnpunctes, nämlich des Punctes der Sonnennähe, abhängige anomaliſtiſche Jahr angeben, ſo daß nach unſerem Plane über die Ermittlung der Umlaufszeiten der Planeten nichts Weiteres anzuführen iſt, und ich mir nur noch vorbehalte, ein allgemeines Tableau derſelben im Art. Weltſyſtem beizubringen.

Hinſichtlich der Kometen dagegen, ſo wiſſen wir aus dem ſie betreffenden Artikel, daß nur von ſehr wenigen dieſer Geſtirne die ganze Umlaufszeit bekannt iſt, und daß es ſich in dieſem Falle lediglich um die Rückkehr derſelben zur Sonnennähe, in welcher Gegend ſie uns allein ſichtbar werden, handelt, ſo daß alſo für die Kometen eigentlich auch nur Eine Art von Umlaufszeit: die anomaliſtiſche, in Betracht kommt,* und welche demgemäß für dieſe Weltkörper nicht, wie vorhin für die Planeten, erſt aus der tropiſchen abgeleitet, ſondern unmittelbar durch die Beobachtung beſtimmt werden muß.

Ich habe mich alſo allein noch über die Umlaufszeiten der Nebenplaneten (Monde) um den Hauptplaneten, und der Begleitſterne in den Doppelſternſyſtemen um den Centralſtern auszulaſſen. Hinſichtlich jener, für welche ich mich auf den Erdmond beſchränke, bitte ich den Artikel Monat zu vergleichen, wo S. 140 zunächſt die Ableitung der (natürlich mittleren) tropiſchen Umlaufszeit des Mondes (des „tropiſchen Monates“) aus dem ſynodiſchen, nämlich aus der immer ſo leicht beobachtbaren Zeit von einem Voll- (oder Neu-) Monde bis zum nächſten gezeigt**

$$\frac{St}{S-t} = \frac{780\ .\ 365}{780-365} = \frac{284700}{415} =$$
686, wie oben.

Die (um noch einer andern Bedenklichkeit vorzubeugen) auf S. 437 des gegenwärtigen 2ten Bandes unſeres Werkes zur Herleitung des Tropiſchen (Periodiſchen, p) aus dem Synodiſchen (s) und dem Erdenjahre (t), in Bezug auf die „Umlaufszeit“ des Mondes, gegebene Gleichung $p = \frac{st}{s+t}$ unterſcheidet ſich von der eben für den Mars beigebrachten, wie man ſieht, durch das Zeichen $+$ in ihrem Nenner, ein Umſtand, der aber nur von ihrer Herleitung aus der Formel $s = \frac{pt}{t-p}$ herrührt, in welcher das hier größere t mit dem $+$ Zeichen, ſtatt in dem für den Mars geltenden Ausdrucke mit dem entgegengeſetzten, auftritt. — Ich habe l. c. zwar andere Buchſtaben angewendet, man wird aber die Subſtitution leicht machen, und darf ſich dann nur ſelbſt T und p* aus den dafür gegebenen Werthen ſuchen.

* Die Theorie verlangt für dieſes Element der Bahnen der Kometen (ſ. d. Art. S. 939) in der That nur die Durchgangszeit durch das Perihel, und bei bekannter Umlaufszeit, wie z. B. des Encke'ſchen Kometen, alſo die Zeit der Rückkehr zu dieſem Puncte.

** Ich habe die Formel für dieſe Herleitung des (mittleren) tropiſchen oder, ſ. hinten, periodiſchen Monates, d. h. der vom Monde eben nur gemachten 360^0 ſeiner Bahn um die Erde (p), aus dem ſynodiſchen (s) und dem Erdenjahre (t) von $365^1/_4$ Tagen, nämlich $p = \frac{st}{s+t}$, ſchon l. c. und in der vorſtehenden Anmerkung betrachtet. Iſt in der That, um Alles nochmals in Eine Ueberſicht zu bringen, dieſe Zeit (s) von einem Vollmonde zum nächſten = (beiläufig) $29\ ^1/_2$ Tag beobachtet, ſo ſagt man ſich leicht, daß der Mond indeß nicht nur jene vollen 360^0 ſeiner Bahn um den Planeten Erde, ſondern in ſelbiger auch noch ſo viele Grade darüber ge-

wird. Die „ſideriſche“ Umlaufszeit des Mondes hiernächſt iſt, wie ich eben daſelbſt gezeigt habe, von dieſer „tropiſchen“ an Dauer ſo wenig unterſchieden, daß man beide (vergl. d. Anmerk.) unter dem gemeinſchaftlichen Namen des „periodiſchen Monates“ als gleich annimmt, wogegen die anomaliſtiſche Umlaufszeit des Mondes wegen der raſchen (directen) Bewegung ſeiner Apſiden faſt 6 Stunden länger, als jener periodiſche währt. Endlich pflegt man beim Monde auch noch den „Drachen“- (Knoten-) Monat: die Rückkehr zum aufſteigenden Knoten (vergl. d. A. S. 918), anzugeben, welche Umlaufszeit aber, da die Knoten der Mondbahn eine ſchnelle rückgängige Bewegung haben, vielmehr um einige Stunden kürzer, als der periodiſche Monat ausfällt.

Ich habe ſchon in der Rote auf das im Art. Chronologie gelehrte Verfahren aufmerkſam gemacht, die „mittlere“ ſynodiſche Umlaufszeit des Mondes durch ſehr weit auseinander liegende Mondfinſterniſſe (Vollmonde) auf das allergenaueſte zu ermitteln, indem auf dieſe Weiſe nothwendig eine Compenſation derjenigen ſämmtlichen (periodiſchen) * Ungleichheiten bewirkt werden muß, welche veranlaſſen, daß die Monate, einzeln genommen, alſo an beſonderer Dauer, oft ſo ſehr (Monat, l. c. bis über 12 Stunden) von einander verſchieden ſind, und es hat uns die alſo erlangte ſtrengſte Kenntniß jener Umlaufszeit, wie deren Dauer ſchon den alten griechiſchen Aſtronomen bekannt war, im Vergleiche zu den neueren dießfallſigen Feſtſetzungen zugleich gedient, in den Artikeln Aufſteigung, gerade, S. 85, Tag und Unveränderlichkeit ſeiner Dauer u. ſ. w. darzuthun, daß ſich auch die Dauer des Sterntages (die Rotationszeit der Erdkugel) und alſo des zu ihm in einem feſten Verhältniſſe ſtehenden mittleren Sonnentages ſeit jenen früheſten Jahrhunderten ſchlechterdings nicht verändert hat. Lalande „Astronomie“ (unſere ſtets citirte zweite Auflage) §. 1421. weiſt nämlich aus dem Almageſt, Buch IV. Cap. 2, nach, daß bereits Ptolemäus mittelſt der bezeichneten Methode für damals die Dauer des ſynodiſchen Monates in ſolcher mittleren Zeit zu

29 T. 12 St. 44′ 3″,2

kannte, wogegen Laplace („Exposit. du Système du monde.“ 5te Aufl. I. 41) dieſelbe für jetzt = 29 T. 12 St. 44′ 2″,8

macht hat, als indeß von dieſem Planeten ſelbſt in ſeiner eigenen Bahn um die Sonne durchlaufen ſind, und deren Anzahl ſich demnach durch die Proportion

$$t : 360^0 = s : \frac{s \,.\, 360^0}{t} \quad (365\tfrac{1}{4} : 360 = 29\tfrac{1}{2} : 29)$$

ergibt. Während des ſynodiſchen Monates s ſind ſolchergeſtalt zuſammen zurückgelegt die vollen 360^0 + dieſen $\frac{s \,.\, 360^0}{t}$, welches demnach $360^0 + \frac{s \,.\, 360^0}{t} : s = 360_0 : \frac{st}{s+t}$, oder $360^0 + 29^0 : 29\tfrac{1}{2}$ Tag $= 360^0 : 27\tfrac{1}{3}$, und demnach das geſuchte p, wie oben, $= \frac{st}{s+t} = 27\tfrac{1}{3}$ Tag gibt.

Dieß iſt nun derſelbe Ausdruck, welchen man gewöhnlich, auch an früheren Stellen unſeres Wörterbuches, unter der Form $\frac{Tt}{T+t}$ findet, ſtatt daß ich hier bezeichnendere Buchſtaben dafür gewählt habe, und in Bezug auf welchen ich nur noch beſonders wiederhole, daß er wegen der großen Ungleichheiten des Mondes (vergl. Monat, S. 139) natürlich nur „mittlere Werthe“ gewähren kann, und daher in der Art angewendet werden muß, wie z. B. in Chronologie, S. 180. gezeigt wird.

* Warum hier der einſchränkende Beiſatz „periodiſch?“ Die Antwort in Mondungleichheiten, S. 192 und 193, wo eine (bis jetzt noch ununterbrochen zunehmende) ſäculare ſolche Ungleichheit des Mondes nachgewieſen wird, und für welche es alſo auch eine Compenſation nicht hat geben können, welche jedoch von einem zu geringen Betrage iſt, um bei der obigen Ermittlung in irgend einen weiteren Betracht zu kommen.

findet, ſo daß der Unterſchied, wie man ſieht, als verſchwindend betrachtet werden kann, und welches alſo in der That die Unveränderlichkeit des Tages darthut, da natürlich die Dauer des *Monates* nicht dieſelbe geblieben ſeyn könnte, wenn nicht zugleich die Dauer des ihn meſſenden *Tages* auch dieſelbe geblieben wäre. — Dieſe eigenthümliche Art von Anwendung der genaueſten Kenntniß der Umlaufszeit, namentlich unſeres *Mondes*, habe ich nur erſt ausdrücklich hervorheben wollen, und gehe nun ſogleich zu den noch zu betrachtenden Umlaufszeiten der *Begleitſterne um den Centralſtern in den Doppelſternſyſtemen* über. Von denſelben habe ich aber ſchon im Art. *Fixſterne*, S. 564, nachgewieſen, daß ſie in den weiteſten Grenzen eingeſchloſſen ſind, Grenzen, welche ſich gleichwohl gewiß noch mehr erweitern werden, wenn es einer verfeinerten Beobachtung einſt gelingt, Eigenbewegungen (Umläufe) auch in Doppelſternen nachzuweiſen, von denen, der außerordentlichen Langſamkeit dieſer Bewegungen wegen, bis jetzt eine gänzliche Unbeweglichkeit nur hat *poſtulirt* werden müſſen. Denn, um dieſen Artikel über „*Umlaufszeiten*“ mit den erhabenen Betrachtungen der heutigen Aſtronomie zu beenden, worauf ich ſchon in *Bahnen*, S. 106, vorbereitet habe, ſo kann in der *Wirklichkeit keinem* Weltkörper, *keinem* Syſteme abſolute Ruhe beigemeſſen werden; und gleichwie die *Nebenplaneten* die *Hauptplaneten*, und *dieſe* die *Sonne*, in beſtimmten Zeiten umlaufen, alſo bewegt ſich die *Sonne*, mit Nachziehung des ganzen Syſtems, in einer dagegen unermeßlichen Zeit wieder um ein *Geſtirn höherer Ordnung*, dieſes, mit alſo vermehrtem Gefolge, abermals um einen höheren Centralkörper, und ſo fort und ſo fort, bis ſich der darüber ſinnende endliche Verſtand an der Grenze der Unendlichkeit findet, hin zu welcher alſo auch ich dieſen Vortrag nur habe ausdehnen können. —

Umſchattige; Periscii; *Périsciens.* So nennt man die Bewohner der kalten Zonen, weil ſie jährlich eine gewiſſe Zeit lang einen *beſtändigen* Tag haben, während welcher Zeit ihnen alſo die Sonne gar nicht untergeht, ſondern in den Tagkreiſen ſtets *ganz* um ſie *herumläuft*, demgemäß der *Schatten* dieſem Sonnenlaufe natürlich eben ſo *ganz* herum folgt. Die Bewohner der *Polpuncte* ſelbſt ſind daher (vergl. *Tag*) ein völliges Halbjahr, die Bewohner der *Polarkreiſe* 24 Stunden lang „*umſchattig*.“ Der Lateiniſche Ausdruck dafür „periscii“ kommt aus dem Griechiſchen περί (um) und σκιά (der Schatten).

Ungleichheiten; Inaequalitates; *Inégalités.* Man bezeichnet in der Aſtronomie mit dieſem Ausdrucke diejenigen Abweichungen von der vollkommenen Regelmäßigkeit (Gleichförmigkeit) der Bewegung der Himmelskörper, welche namentlich am Erdmonde* bemerkt werden, und von welchen ich, in Bezug auf dieſes beſondere Geſtirn, daher auch im beſondern Artikel „*Mondungleichheiten*“ gehandelt habe. Die Urſache derſelben iſt, wie dort gezeigt wird, eine doppelte: erſtens die *elliptiſche Geſtalt* der Bahn des Mondes um die Erde und ſeine daraus folgende verſchiedene Entfernung vom anziehenden Centralkörper; zweitens aber der ſtörende Einfluß der Sonne und der Nachbarplaneten Venus, Jupiter u. ſ. w. *Beide* Arten der Abweichungen von der gleichförmigen Bewegung begreift man für den *Mond*, wie geſagt, unter dem gemeinſchaftlichen Ausdrucke der (Mond-) „*Ungleichheiten*,“ wogegen man für die *Planeten* jenen ſtörenden Einflüſſen der Mitplaneten gewöhnlicher (vergl. jedoch die Anmerkung) den Namen der *Perturbationen* (ſ. d. A.) beilegt, und ſie unter demſelben von den, aus der reinen *elliptiſchen Theorie* des *Planetenlaufes* folgenden Modificationen trennt.

* Der Ausdruck wird jedoch auch auf die andern Syſtemskörper angewendet, und *Lalande* nennt z. B. diejenige „*Perturbation*,“ welche *Jupiter* und *Saturn* auf einander ausüben, und von welcher ich in *Himmelsmechanik*, S. 779 flgd. handle, „la grande *inégalité*.“

Univerſum, ſ. Welt.

Unſchattige; Ascii; *Asciens* (α privativum, und σκία, der Schatten). Die Bewohner der heißen Zone (des Erdſtrichs — ſ. den Art. — zwiſchen den beiden Wendekreiſen), welche alljährlich an gewiſſen Tagen die Mittagsſonne im Scheitelpuncte haben, daher alsdann ihr Schatten (oder überhaupt der Schatten aller lothrecht ſtehender Körper) unter ſie ſelbſt (auf den von ihnen ſelbſt bedeckten Raum) fällt, dergeſtalt, daß alſo zu dieſer Zeit gar keine Schatten von ihnen ſichtbar werden. — Die Bewohner des Aequators ſelbſt ſind „unſchattig“ an den Mittagen der beiden Nachtgleichen; die Bewohner anderer Orte der heißen Zone bis zu den Wendekreiſen hin ſind es an denjenigen zwei andern Mittagen des Jahres, an welchen die Abweichung der Sonne der geographiſchen Breite dieſer Orte gleich wird; die Bewohner der Wendekreiſe ſelbſt ſind bloß am Mittage ihres reſpectiven Einen Solſtitialtages „unſchattig.“ — Während des übrigen Jahres fallen die mittägigen Schatten unter dem Aequator und bis zu den Wendekreiſen hin, eine Zeit lang nord- und dann ſüdwärts, daher die dortigen Bewohner auch Zweiſchattige (ſ. d. A.), oder bei dem berühmten Engliſchen Geographen Varenius* in ſeiner „Geograph. gen.,“ „Ascii-Amphiscii“ heißen; die Bewohner der Wendekreiſe ſind, mit der angegebenen Ausnahme ihres Einen Solſtitialtages, Einſchattig, daher ſie Varenius „Ascii-Heteroscii“ nennt. Da dieſe Ausdrücke der alten Geographie noch zuweilen vorkommen, ſo mußte ich ihre Erklärung hier beibringen.

Untere Planeten, ſ. Planeten, S. 318, wo ausführlicher gezeigt wird, daß man darunter diejenigen beiden Planeten unſeres Syſtems (Mercur und Venus) verſteht, deren Bahnen um die Sonne von der Erdbahn eingeſchloſſen werden, wogegen die Bahnen der „oberen“ Planeten vielmehr die Erdbahn umſchließen.

* Näheres über ihn und jene ſeine Geographie auf der vorangehenden S. 382 unſeres Werkes.

Untergang der Geſtirne; Occasus siderum; *Coucher des Astres.* Das, in Gemäßheit der täglichen (der allgemeinen) Himmelsbewegung von Morgen gegen Abend erfolgende Hinabſinken der Geſtirne unter den Horizont des Beobachters. Man kann, wie auch ſchon in dem überhaupt zu vergleichenden Artikel Aufgang der Geſtirne, welchen der gegenwärtige Vortrag, der Natur des Gegenſtandes gemäß, ſeinerſeits wieder ergänzen muß, erwähnt worden iſt, die Stunde des „Unterganges“ eines jeden Geſtirns und für jeden Beobachtungsort auf bloß mechaniſche Weiſe durch die Himmelskugel, künſtliche (vergl. d. A. S. 765), finden; genauer ergibt ſich dieſe Zeit, nach dem in Ascenſional-Differenz dazu gelehrten Verfahren, aus dem halben Tagbogen (der halben Dauer der Sichtbarkeit, d. h. des Verweilens des Geſtirns über dem Horizonte), indem man dieſen halben Tagbogen, wie derſelbe eben aus der Ascenſional-Differenz* folgt,

* Der Tagbogen (ſ. d. A.) iſt = 90° ± Ascenſional-Differenz. Unter dem Aequator („Sphaera recta,“ und wo die Aequatorshöhe alſo = 90°) verweilen alle Geſtirne (abgeſehen von einer — vergl. hinten — Eigenbewegung) eben ſo lange, nämlich 12 Stunden, über als unter dem Horizonte, indem derſelbe dort alle Tagkreiſe (Parallelen) halbirt, und es gibt alſo dort keine „Ascenſionaldifferenz.“ Bei abnehmender Aequatorshöhe (zunehmender geographiſcher Breite) des Beobachtungsortes („Sphaera obliqua“) ſchneidet der Horizont dagegen, mit einziger Ausnahme des als größter Kreis auch halbirten Aequators, ſämmtliche übrigen Tagkreiſe um ſo ungleicher, je kleiner die dortige Aequatorshöhe, und je größer der Abſtand des Parallels vom Aequator, d. h. die Abweichung des betreffenden Geſtirns ausfällt. Man ſieht hieraus, und dahin will ich auch mit dieſer Anmerkung nur, daß die Dauer des Verweilens eines Geſtirns über dem Horizonte in der „Sphaera obliqua,“ und alſo die Zeit ſeines „Unterganges“ von ſeiner Abweichung und der Aequatorshöhe

in Zeit verwandelt, und dieſe Zeit der Zeit der Culmination hinzurechnet; culminirte das Geſtirn z. B. um 6 Uhr Abends mittlerer (gewöhnlicher Uhr-) Zeit, und betrüge ſein halber Tagbogen, in ſolche Zeit* verwandelt, 4 Stunden, ſo würde ſein Untergang offenbar um (6 + 4 =) 10 Uhr Abends erfolgen (wobei vorläufig von dem erſt hinten zu erwähnenden Einfluſſe einer, jenen Tagbogen ändernden Eigenbewegung des Geſtirns nach Oſten abgeſehen iſt); und man hat demnach allgemein:

Zeit des Unterganges = Zeit der Culmination + ½ Tagbogen.**

Dieß, alſo ausgedrückt, gälte, wie man ſich leicht vorſtellig macht, abgeſehen von Nebenumſtänden (z. B. von der erwähnten planetariſchen Eigenbewegung), für alle Geſtirne: für Fixſterne ſowohl als für die Sonne und für Haupt- und Nebenplaneten; von praktiſchen Schwierigkeiten wird dabei auch noch abſtrahirt, und ich habe nur erſt einen allgemeinen, ſogleich auf das Specielle anzuwendenden Begriff von der Sache überhaupt geben wollen.

Iſt nämlich nunmehr zunächſt von Fixſternen im beſondern die Rede, ſo gibt man wegen der Beziehung ihres Abſtandes auf Fundamentalſterne (vergl. d. Art. S. 588) den Culminationsmoment nicht in der, voran, wie geſagt, nur zur erleichternden Verweiſung auf die Jedermann geläufige Uhrbenützung gewählten mittleren, ſondern vielmehr in Sternzeit an, welchem ſolchergeſtalt ausgedrückten Culminationsmomente man hiernächſt den, in dieſelbe Zeit (15° = 1 Sternſtunde) verwandelten halben Tagbogen hinzurechnet, und alſo

Zeit des Unterganges des Fixſterns = Zeit ſeiner Culmination + ½ Tagbogen,

Alles in Sternzeit* (und die man alſo nachher auf mittlere bringen kann), erhält.

Culminirt ferner die Sonne, ſo iſt es eben 12 Uhr Mittags, von wo an wir die Stunden zählen, wahrer Sonnenzeit; und dieß Geſtirn durchläuft von da ſeinen halben Tagbogen bis zum Untergange in der, auf dieſen Bogen (15° = 1 Stunde wahrer Sonnenzeit, vergl. auch dieſen Art.) kommenden ſolchen Zeit, demgemäß für die Sonne die Zeit des Unterganges unmittelbar dem, dieſergeſtalt in wahre Sonnenzeit verwandelten halben Tagbogen (der halben Taglänge) gleich iſt. Befindet ſich die Sonne z. B. am Aequinoctialtage im Aequator, wo, indem der Horizont, bevorwortetermaßen, dieſen größten Kreis halbirt, ihr halber Tagbogen alſo 90° beträgt; ſo geht ſie bekanntlich um $\left(\frac{90}{15} = \right)$ 6 Uhr Abends wahrer (durch die Zeitgleichung auf mittlere reducirbarer) Sonnenzeit unter.

des Beobachtungsortes abhängt, und daß demnach der Ausdruck der, die letztere Zeit beſtimmenden „Aſcenſional- („Deſcenſional-) Differenz“ die gedachten beiden Daten enthalten muß, wie ſich denn in dieſem Artikel Aſcenſional-Differenz auch wirklich die Gleichung $\sin \text{Asc.Diff.} = \frac{\text{tang. Abweichung}}{\text{tang. Aeq.-Höhe}}$ dafür findet.

* Ich bevorworte, von „mittlerer“ Zeit hier nur vorläufig und wegen der veranſchaulichenden Beziehung auf die (gewöhnliche) Uhr zu ſprechen; hinten werde ich dagegen, wie es der Gegenſtand wirklich erfordert, allerdings Stern- und wahre Zeit anwenden, deren Verhältniß zur mittleren wir aber aus den Art. Sonnenzeit und Gleichung der Zeit hinreichend kennen.

** Wegen Beſtimmung der Zeit der Culmination verweiſe ich auf dieſen Artikel; die halben Tagbögen für jede Breite des Beobachtungsortes und jede Abweichung des Geſtirns finden ſich aber voraus berechnet in den Tafeln z. B. in der „Berliner Sammlung.“ Band III. S. 233 flgd.

* Der Culminationsmoment folgt dabei aus dem Abſtande des Fixſterns vom „Fundamentalſterne“ (aus der Differenz ihrer geraden Aufſteigungen); der halbe Tagbogen aber aus der eben erwähnten Tafel, in welcher er ſich ſchon in Sternzeit verwandelt, findet.

Handelt es ſich aber letztlich von der Untergangszeit der Planeten und Nebenplaneten (Monde), ſo kommt dabei für ſie natürlich der erwähnte Einfluß ihrer nach Oſten gerichteten Eigenbewegung* in Betracht, da in die Augen ſpringt, daß ein Geſtirn ſpäter untergehen (den Weſthorizont ſpäter erreichen) muß, wenn daſſelbe während der allgemeinen Himmelsbewegung nach Weſten, zugleich eine ſolche entgegengeſetzte Eigenbewegung nach Oſten ausführt, womit ſich auch noch die daher rührende, offenbar den Tagbogen afficirende Aenderung in der Abweichung des Geſtirns verbindet. Da dieſer Einfluß natürlich in dem Maße ſtärker ausfällt, in welchem die Eigenbewegung ſelbſt ſtärker iſt, letzterer Fall aber beſonders bei unſerem Monde eintritt, ſo will ich an einem auf denſelben bezogenen, detaillirten, rechnenden Beiſpiele zeigen, wie man zur Beſtimmung der Untergangszeit ſolcher, einer gleichzeitigen Eigenbewegung unterworfener Geſtirne zu verfahren hat.

Die wahre Sonnenzeit** des Unterganges des Mondes iſt nämlich offenbar nichts anderes, als der Abſtand der Sonne vom Meridian (ihr Stundenwinkel, ſ. d. A.), für den Augenblick, zu welchem ſich der Mond (ſein Mittelpunct) im Weſthorizonte befindet; und dieſer Abſtand ergibt ſich, wie man alsbald überſieht,* gleich dem Unterſchiede der geraden Aufſteigungen der Sonne und des Mondes + dem halben Tagbogen des letzteren. Dieß vorausgeſetzt, komme ich nun zum rechnenden Beiſpiele ſelbſt.

Für den 26ſten Februar 1765 (Lalande's „Astronomie." §. 1023) findet ſich der, alſo aus den Tafeln immer beſtimmbare Durchgang des Mondes durch den Meridian zu Paris um $4^h\,50'$ wahrer Sonnenzeit (welche $4^h\,50'$ demnach den Unterſchied der geraden Aufſteigungen von Sonne und Mond für dieſen Tag gleich in Zeit ausdrücken), und für den folgenden Tag um $5^h\,40'$ Abends; man verlangt die Angabe der Untergangsſtunde des Mondes für jenen 26ſten Februar zu Paris. Die Abweichung des Mondes (wovon, auseinandergeſetztermaßen, der Tagbogen abhängt) iſt am 26ſten Mittags 23° 35′ nördlich und am folgenden Mittage 26° 29′, nimmt alſo hier in 24 Stunden, binnen welchen dieſe Abweichungsbewegung als gleichförmig betrachtet wird, um (26° 29′ — 23° 35′ =) 2° 54′ zu; und eben ſo iſt auch der Aufſteigungsunterſchied in den $24^h\,50'$ von $4^h\,50'$ des 26ſten Abends bis $5^h\,40'$ des 27ſten Abends um ($5^h\,40'$ — $4^h\,50'$ =) 50′ gewachſen.

Zu jener nördlichen Abweichung des Mondes von (nahe) 23½° für den 26ſten Mittags, und der Polhöhe

* Man könnte mir einwenden, daß dieſe „Eigenbewegung" auch der Sonne gemein iſt; für dieſes Geſtirn beſteht der betrachtete Einfluß aber eben darin, die ſonſt Statt habende Sternzeit in gleich viel wahre Sonnenzeit zu verwandeln. Die obigen 90° des Aequators z. B. werden von der Sonne (mit Inbegriffe jener ihrer Eigenbewegung) eben ſowohl in 6 wahren Sonnenſtunden, als von einem Fixſterne in 6 Sternſtunden durchlaufen; die Stunden gegenſeitig ſind dabei an Dauer zwar allerdings ungleich (die Sonnenſtunde iſt länger, als die Sternſtunde); die entſprechende Zahl der Grade aber bleibt dieſelbe.

** Auf dieſe nämlich hat man ſich, der Natur des gleich zu beſchreibenden Verfahrens gemäß, auch hier unmittelbar zu beziehen, und dieſelbe erſt nachher durch Hinzufügung der Zeitgleichung (ſ. d. A.) mit ihrem Zeichen in die mittlere (in die Uhr-) Zeit zu verwandeln, welche wir mit dieſer Bevorwortung Eingangs angewendet haben.

* Man verſinnlichet ſich dieß am beſten, wenn man ſich die Sonne dem Monde weſtlich vorauf denkt: der Bogen, um welchen ſie vorauf geht, iſt dann offenbar der Unterſchied der beiderſeitigen geraden Aufſteigungen, und der Reſt ihres Meridianabſtandes im Augenblicke des Unterganges des Mondes der halbe Tagbogen dieſes letzteren Geſtirns.

(Breite) von Paris = (nahe) 49° findet ſich in den angeführten Tafeln der halbe Tagbogen in Zeit = $8^{h}\ 4'$,* welche, zur obigen Culminationszeit der $4^{h}\ 50'$ hinzugerechnet, die geſuchte Untergangsſtunde des Mondes am 26ſten Februar = $12^{h}\ 54'$ (in der Nacht vom 26ſten auf den 27ſten um 54′ nach Mitternacht) geben.

Dem würde nun auch wirklich ſo ſeyn, wenn nicht der Mond in der unterdeß verſtrichenen Zeit auch noch diejenigen eigenen Bewegungen in gerader Aufſteigung und Abweichung ausgeführt hätte, deren Einfluß wir hier eigentlich unterſuchen. Durch die erſtere iſt der Aufſteigungs-Unterſchied von Mond und Sonne, welchen wir für den 26ſten = $4^{h}\ 50'$ gefunden hatten, in der Zeit der $8^{h}\ 4'$ um $16^{1}/_{4}{}'$, alſo auf $5^{h}\ 6^{1}/_{4}{}'$ gewachſen; denn da die Veränderung auf 24 Stunden 50′ eben = 50′ ermittelt worden, ſo macht dieß ($24^{h}\ 50' : 50' = 8^{h}\ 4' : 16^{1}/_{4}{}'$) jenen Betrag aus. Die Abweichung aber hat, wie man ſich auf gleiche Weiſe durch Anwendung von Regel-de-tri auf die nachgewieſene 24ſtündige Veränderung überzeugt,** in der Zeit vom Mittage des 26ſten bis zum (ungefähren) Untergangsmomente der $12^{h}\ 54'$ um $1^{0}\ 33'$, und alſo bis auf ($23^{0}\ 35' + 1^{0}\ 33' =$) $25^{0}\ 8'$ zugenommen, welcher größeren Abweichung auch ein größerer halber Tagbogen, nämlich von $8^{h}\ 7'$*** (ſtatt des obigen von nur $8^{h}\ 4'$) entſpricht. Rechnet man aber jetzt dieſen genaueren halben Tagbogen der $8^{h}\ 7'$ dem ermittelten genaueren Aufſteigungsunterſchiede der $5^{h}\ 6^{1}/_{4}{}'$ hinzu, ſo erhält man die genauere Untergangsſtunde des Mondes ($8^{h}\ 7' + 5^{h}\ 6'\ 15'' =$) . . . . $13^{h}\ 13'\ 15''$,*
welche ſich alſo von der
erſt gefundenen der . $12^{h}\ 54'$ "
um volle . . . . " $19'\ 15''$
unterſcheidet.

Dieß Beiſpiel, welches, wie man ſich leicht überzeugt, nicht bloß auf den Nebenplaneten (Mond), ſondern auch auf die, bevorwortetermaßen, nicht weniger in einer ſolchen gleichzeitigen Eigenbewegung begriffenen Hauptplaneten** Anwendung findet, macht nun, da ich mich hinſichtlich der Firſterne und der Sonne ſchon oben erklärt habe, die Anweiſung zur Beſtimmung der Untergangszeit der verſchiedenen Weltkörper vollſtändig; und ich habe daher jetzt nur noch einige andere Puncte zu betrachten, die ſich auf den vorliegenden Gegenſtand beziehen.

Dahin gehört die ſchon in der Anmerkung erwähnte Strahlenbrechung (Refraction); indem dieſelbe nämlich alle

* Für nachrechnende Leſer: Die Tafel weist für 49° Polhöhe und 23° Abweichung $8^{h}\ 1'$, für 24° aber $8^{h}\ 7'$ nach, woraus alſo für die obigen $23^{1}/_{2}{}^{0}$ die $8^{h}\ 4'$ kommen; dieſe Tafel gibt ferner freilich eigentlich nur Sternzeit, wogegen hier von wahrer Sonnenzeit die Rede iſt; wir haben uns aber in der vorhergehenden Anmerkung überzeugt, daß auf gleich viel Stern- und wahre Sonnenzeit auch gleich viel Bogen geht; Einer Sternſtunde, ſo gut wie Einer wahren Sonnenſtunde entſprechen gleich ſehr 15° des Aequators (oder eines Parallels) u. ſ. w.

** $24^{h} : 2^{0}\ 54' = 12^{h}\ 54' : 1^{0}\ 33'$.

*** Leſer, welche mir wieder nachrechneten, wie ich mir deren recht viele wünſche, würden $8^{h}\ 9^{4}/_{5}{}'$ finden; Lalande nimmt aber in ſeiner, natürlich auf den Mittelpunct der Erde bezogenen Rechnung auf Parallaxe und Refraction Rückſicht, von denen (vergl. beide Art. und auch gleich hinten) die erſtere den Mond im betreffenden Vertical mehr erniedriget, als ihn letztere darin erhöhet, daher der entſprechende, ſo gefundene Tagbogen kleiner ausfallen muß. — Ich avertire hier nur davon.

* Man könnte mir bei abermaligem tieferen Eingehen auf die Sache einwenden, daß es nunmehr eigentlich einer nochmaligen Wiederholung der Rechnung auch mit dieſer neuen Untergangszeit bedürfe; allein in der Regel genügt, wie man auch bald einſieht, unſer Verfahren vollkommen.

** Einer Ausdehnung auf die Kometen, obwohl ſie eigentlich denſelben Bedingungen unterworfen ſind, bedarf es, aus leicht einzuſehenden Gründen, gleichwohl nicht.

Geſtirne im Horizonte um etwann ½ Grad erhebt, ſo gehen ſie auch ſämmtlich um die entſprechende Zeit ſpäter, als die Rechnung ſonſt angibt, unter. Und da dieſe Rechnung ferner für den Mittelpunct der Erde geführt wird, für welchen keine Parallaxe (vergl. nochmals den ſchon citirten Art. S. 240) Statt hat, wogegen dieſelbe auf der Oberfläche, auf welcher wir beobachten, allerdings einen Einfluß äußert, ſo muß nothwendig auch auf ſie diejenige Rückſicht genommen werden, welche wir demgemäß in unſerm Beiſpiele bereits haben eintreten laſſen.

Unter dem Aequator ferner gehen alle Geſtirne, und zwar ſenkrecht, unter den Polen gehen gar keine,* an den zwiſchen liegenden Orten nur diejenigen unter, deren reſp. nördliche oder ſüdliche Abweichung kleiner als die Aequatorshöhe des Beobachters iſt.** So gehen bei uns, z. B. für Leipzig (Aequatorshöhe = 38°), nördliche Geſtirne, deren Abweichung mehr als 38° beträgt, gar nicht mehr unter.

Endlich gehört hierher auch noch der

Untergang der Geſtirne nach dem Sinne der alten Dichter; **Occasus siderum poeticus**; *Coucher des astres selon les anciens.* Bei den alten Dichtern und Schriftſtellern vom Landbau kommt nämlich eine Art der Bezeichnung gewiſſer Tage des Jahres durch den Auf- und Untergang der Geſtirne vor, deren Veranlaſſung (Mangel einer genauen Kalender-Einrichtung) in jenem Artikel Aufgang, S. 81, weiter auseinandergeſetzt iſt. Man hat hierbei mit dem Worte „Untergang" hauptſächlich dreierlei Dinge bezeichnet: das Verſchwinden eines Sterns in den Sonnenſtrahlen, ſeinen Untergang zugleich mit dem Aufgange der Sonne, und ſeinen Untergang mit dem Untergange der Sonne (**Occasus** ***heliacus, cosmicus, acronychos***).

Das Verſchwinden in den Sonnenſtrahlen (**Occasus heliacus**; *Coucher héliaque*) ereignet ſich an dem Tage, an dem ein Stern, welcher bis jetzt noch entfernt genug von der Sonne geweſen iſt, um nach ihrem Untergange am Himmel ſichtbar zu ſeyn, bei ihrem öſtlichen Fortrücken von ihr ereilt und in ihren Strahlen unſichtbar wird, ſo daß er ſich zum letzten Male in der Abenddämmerung nur eben noch zeigt. Mit dieſem Tage, ſagt man, „gehe er *heliace* unter;" denn Tages darauf wird man ihn vor dem Glanze der nun ſchon zu nahen Sonne nicht mehr ſehen können (bis er von der öſtlich immer weiter rückenden Sonne wieder verlaſſen und nun dagegen in der Morgendämmerung neuerdings ſichtbar wird u. ſ. w.). Da ſelbſt Sterne erſter Größe* zur Zeit ihres Unterganges am Horizonte nicht ſichtbar werden, wofern die Sonne ſodann nicht bereits 10 Grad unter dem Horizonte iſt, ſo findet man die Zeit des „Verſchwindens eines ſolchen Sterns in den Sonnenſtrahlen" für einen beſtimmten Ort, wenn man den Stern in den Abendhorizont der auf die entſprechende Polhöhe geſtellten, künſtlichen Himmelskugel (vergl. d. Art. S. 767) führt und den Punct der Ekliptik bemerkt, welcher zugleich 10° unter dem Horizonte ſteht;

* Dieß heißt: unter z. B. dem Nordpole bleibt die ganze Nordhalbkugel des Himmels mit allen daran befindlichen Fixſternen immer und immer in derſelben Art ſichtbar. – Die Sonne, der Mond, die Planeten und Kometen aber treten, nachdem ſie ihre Abweichung ändern (über den Aequator, als Polarhorizont, zum Nordpol herauf, oder), unter den dortigen Horizont hinab, und gehen alſo in dieſem Sinne (vergl. Aufgang, S. 81, auf und) gleichwohl unter.

** Iſt die Abweichung (der Abſtand eines Geſtirns vom Aequator) größer, als die Aequatorshöhe (der Abſtand des Horizonts des Beobachters vom Aequator), ſo bleibt das Geſtirn natürlich immer über oder unter dieſem Horizonte, tritt alſo nie in denſelben, d. h. geht (nicht auf und) nicht unter.

* Natürlich wählten die Alten zu ſolchen Beobachtungen nur Sterne erſter Größe, z. B. (Band I. S. 791) den Sirius, da ſich dieſelben leichter bemerken laſſen.

der Tag des Jahres, an dem die Sonne dieſen Punct erreicht, iſt der Tag des „Verſchwindens des Sterns in den Sonnenſtrahlen“ für jenen Ort. So findet man z. B., daß ſich heut zu Tage der Hundsſtern (der eben erwähnte Sirius) für die Polhöhe von Leipzig (51°) etwann den 28ſten April * in den Sonnenſtrahlen verbirgt. In früheren Zeiten erfolgte Dieß aus den in der Anmerkung entwickelten Gründen auch früher (an einem früheren Tage); und wenn man alſo die Frage für dieſe früheren Zeiten ebenfalls durch den Globus beantworten wollte, ſo müßte derſelbe auch nach dem damaligen Stande des geſtirnten Himmels gegen die Nachtgleichenpuncte eingerichtet ſeyn; — in Ermangelung eines ſolchen Globus hat man den Einfluß des Vorrückens der Nachtgleichen (ſ. nochmals den Art.) für die Zwiſchenzeit zu berechnen.

Der Untergang eines Sterns mit Aufgange der Sonne (Occasus cosmicus; *Coucher cosmique*) wird für einen beſtimmten Ort wieder mittelſt des nach der Polhöhe dieſes Ortes geſtellten Himmelsglobus gefunden, wenn man den Punct der Ekliptik ſucht, der eben im Morgenhorizonte ſteht, indem ſich der Stern zugleich im Abendhorizonte befindet; der Tag, an welchem die Sonne dieſen Punct der Ekliptik (dieſen Grad der Länge nach dem Kalender oder nach der Ephemeride) erreicht, iſt der Tag des „kosmiſchen Unterganges“ des Sterns. Für Leipzig z. B. geht (vgl. wieder d. Anmerk.) der Hundsſtern jetzt etwann den 18ten Novbr. kosmiſch (mit Sonnen-Aufgange) unter.

Der Untergang mit Untergange der Sonne (Occasus acronychos; *Coucher acronyche*) fällt für Sterne, die in oder doch nahe bei der Ekliptik ſtehen, etwann 12 Tage ſpäter, als das „Verſchwinden in den Sonnenſtrahlen.“ * Man findet den Tag deſſelben für einen beſtimmten Ort, wenn man denjenigen Punct der Ekliptik ſucht, welcher zugleich mit dem Sterne in den Abendhorizont des auf die Polhöhe des Ortes geſtellten Globus tritt. Dieſer alſo mit dem Sterne zugleich untergehende Punct iſt natürlich dem, bei des (in der Ekliptik angenommenen) Sterns Untergange aufgehenden Puncte (dem obigen „kosmiſchen“) gerade entgegengeſetzt, daher die Tage des kosmiſchen und akronyktiſchen Unterganges ziemlich um ½ Jahr auseinander liegen. So geht Sirius, deſſen kosmiſchen Untergang für Leipzig wir oben den 18ten Novbr. gefunden hatten, für denſelben Ort akronyktiſch um den 17ten Mai unter.

Noch detaillirtere Auskunft hierüber ertheilt Scheibel (Profeſſor der Mathematik zu Breslau, †. 1809): „Unterricht vom Gebrauche der künſtlichen Erd- und Himmelskugel.“ 2. Aufl. Breslau, 1785. 8. Auch hat man eine eigene Schrift von Pfaff (dem Erlanger Profeſſor): „De ortibus et occasibus siderum apud auctores classicos commemoratis.“ Göttingen. 1786. 4. Unter dem aſtronomiſch-

* „Heut zu Tage“? Da die Sonne von einem 28ſten April bis zum nächſtfolgenden, d. h. alſo nach einem Kalender- (einem tropiſchen) Jahre, zwar immer wieder gleichen Abſtand vom Frühlingspuncte, aber nicht von dem gegen dieſen Punct unterdeß (vgl. Vorrücken der Nachtgleichen) ein wenig vorgerückten Fixſterne erreicht, ſondern demſelben erſt etwas ſpäter wieder ſo nahe kommt; ſo muß auch ſein „Verſchwinden in den Sonnenſtrahlen“ allmälig erſt ſpäter (an einem ſpäteren Tage), als „heut zu Tage“ eintreten; — und von den älteren Zeiten bis jetzt hat es ſich in dieſem Bezuge natürlich eben ſo verhalten.

* Wir haben nämlich oben geſehen, daß dieß „Verſchwinden“ (Unſichtbarwerden in dem Glanze) bei einem öſtlichen Abſtande des Sterns von der Sonne von beiläufig 10 Graden erfolgt, welche die Sonne alſo mit ihrer öſtlichen Bewegung noch zurückzulegen hat, ehe ſie mit dem Sterne dergeſtalt zuſammentritt, daß ſie mit ihm zugleich untergeht, und worüber etwann die 12 Tage verſtreichen. — Daß dieſe Bedingung aber auf die in der Ekliptik, in der ſich die Sonne ſelbſt auch befindet, ſtehenden Sterne eingeſchränkt ſey, ſieht man leicht ein.

rechnenden Geſichtspuncte aber behandelt Lalande den Gegenſtand in der „Astronomie;“ an der ſchon oben bezeichneten Stelle, mit welchen Literar-Notizen ich denn den Artikel beſchließe.

Uranus, „Georgsgeſtirn,“ „Herſchel's Planet;“ Uranus, Georgium sidus; *Uranus*, „Planète de Herschel“ (wie wenigſtens Lalande ſtatt „Uranus“ beſtändig ſchreibt). Mit dieſem letzteren Namen belegt man (vergl. hinten) nach ſeinem Entdecker, dem großen Herſchel, oder nach dem König Georg dem 3ten von England, unter welchem Herſchel lebte, denjenigen Planeten, den man ſeither als den äußerſten unſeres Syſtems betrachtet hat, bis er durch Leverrier's rechnende Auffindung des Neptun (ſ. Planeten, S. 318) aus dieſem Range verdrängt worden iſt. Die Geſchichte der Entdeckung des Uranus iſt ſo intereſſant, daß ich den Vortrag über dieſen Planeten damit anhebe, und erſt nachher zu den Elementen der Bahn, womit ich ſonſt gewöhnlich den Eingang einer Planetenbeſchreibung mache, kommen werde.

Herſchel* (vergl. die unten folgenden biographiſchen Notizen, derentwegen vielfach hierher verwieſen iſt), damals zu Bath, unfern London, lebend, war am 13ten März 1781 Abends mit Beobachtung des Fixſternhimmels durch ſein

* **Friedrich Wilhelm Herſchel** der Vater (vom Sohne, auch einem wackern Aſtronomen, wird hinten die Rede ſeyn), einer der größten Aſtronomen, geboren zu Hannover 1738, war der Sohn eines Muſikus. Vom Vater zum nämlichen Métier angehalten, trat Er früh bei einem Regimente als Hautboiſt ein, und begab ſich ſodann zu ſeiner muſikaliſchen Ausbildung nach England, wo Er nach mehrerem Stellenwechſel 1766 nach Bath als Organiſt kam. Eine angeborne Neigung zu den mathematiſchen Wiſſenſchaften hatte Ihn aber ſchon früher zu dieſem Studium getrieben, und beſonders war durch die Lectüre der Schriften des Engliſchen Aſtronomen Ferguſon (ſ. d. Art. Aſtronomie, S. 65, Spalte 2) die Liebe zur Aſtronomie bei Ihm lebhaft geworden. Ohne Mittel zum Ankaufe von Inſtrumenten, dachte er darauf, ſich ſelbſt dergleichen zu verfertigen, und es gelang ihm nach unſäglichen Bemühungen im Jahre 1774 auch wirklich, ein Spiegel-Teleſkop (vergl. d. A. S. 474) von guter Wirkung zu Stande zu bringen. Dadurch ermuthigt, fuhr Er in Verfertigung von „Reflectoren“ fort, mit deren einem ſtärkeren (l. c.) Er dann die im Texte weiter beſchriebene Entdeckung des Uranus machte. König Georg III., dieß Verdienſt anerkennend, verſetzte Ihn darauf in eine Lage, welche Ihm geſtattete, ganz der Wiſſenſchaft zu leben, und ſeine Sternwarte zu Slough (Slow, Dorf bei Windſor) zu etabliren, wo Er, unterſtützt von ſeiner (als 90jährige Greiſin noch jetzt — Sptbr. 1847 — zu Hannover lebenden) Schweſter Caroline, eine Menge der wichtigſten Entdeckungen, namentlich in der Welt der Fixſterne (ſ. d. Art., z. B. S. 561), machte. In der Hoffnung, dieſe noch weiter treiben zu können, conſtruirte Er nun das, auch ſchon im Art. Spiegel-Teleſkop l. c. beſchriebene „Rieſen-Teleſkop,“ und blieb alſo in ununterbrochener Verbindung mit dem Himmel, aus welcher Ihn erſt ſein am 25ſten Auguſt 1822 bei ungeſchwächten Geiſteskräften erfolgter, irdiſcher Tod einſtweilen abrief. — Seine ſchriftlichen Arbeiten finden ſich zerſtreut in den „Philosophical Transactions,“ aus welchen der (Erlanger Profeſſor) Pfaff eine Zuſammenſtellung und Ueberſetzung: „Ueber den Bau des Himmels.“ Dresden, 1826. gr. 8. unternommen hat. — Eine ausführlichere Biographie dieſes großen Mannes beſitzen wir von dem uns bekannten Franzöſiſchen Aſtronomen Arago: „Analyse historique et critique de la vie et des travaux de *Sir William Herschel*,“ welche ich in meinen Notizen jedoch nur nach den davon im „Magazin für die Literatur des Auslandes.“ Auguſt 1843. Nr. 94 flgd. enthaltenen Auszügen angegeben finde.

Der ſchon oben erwähnte, einzige, aber würdige Sohn eines ſo vortrefflichen Vaters, John Herſchel, geb. 1790, ſetzt deſſen Forſchungen, wieder beſonders in Betreffe der Fixſterne, mit dem nämlichen Erfolge fort, und hat ſich außerdem

Spiegel-Teleſkop beſchäftiget, als Er im Thierkreiſe (vergl. d. Art.) zwiſchen den Hörnern des Stiers und den Füßen der Zwillinge einen kleinen Stern wahrnahm, der ſich durch das 227 Mal vergrößernde Fernrohr als eine Scheibe von merklichem Durchmeſſer darſtellte, und ſich dadurch von den Fixſternen, welche (ſ. d. Art. S. 540) auch in den allerſtärkſten Fernröhren nur als untheilbare Puncte erſcheinen, ſogleich unterſchied. Bei nachheriger Anwendung einer 460 und 932maligen Vergrößerung*, wurde dieſe Scheibengeſtalt immer merklicher. Herſchel beſtimmte nun durch ein Mikrometer (ſ. d. Art., wo dieß zur genaueſten Abmeſſung kleiner Diſtanzen am Himmel dienende Inſtrument ausführlich beſchrieben wird) die Stellung des Geſtirns gegen die umgebenden Fixſterne, und erhielt ſolchergeſtalt bald die Ueberzeugung ſeiner Eigenbewegung gegen Oſten, wodurch er ſich vor den letzteren, als ihren Platz unbeweglich („fix") behauptenden Weltkörpern, noch mehr auszeichnete. Auf den erſten Anblick hatte Herſchel (Phil. Transact. für 1781. P. 1, wo Er Rechenſchaft von ſeiner wichtigen Entdeckung ablegt) dieſen Stern zwar für einen Kometen genommen; allein der gänzliche Mangel eines Schweifes oder Nebels und die Regelmäßigkeit ſeines Laufes ließen denſelben bald für einen bis dahin unbekannten Planeten erkennen. Am Tage nach ſeiner Entdeckung, den 14ten März, hatte der Stern mit der Sonne in öſtlicher Quadratur (90° öſtlich, links von ihr) geſtanden (um 6 Uhr Abends culminirt); ſeine damals rechtläufige, alſo nach Oſten gehende Eigenbewegung betrug in 24 Stunden kaum $\frac{3}{4}$ Minuten;* und man konnte alſo beurtheilen, daß ihn die, in der nämlichen Richtung ſchneller (beiläufig 1° täglich) vorrückende Sonne, welcher ich zu mehrerer Anſchaulichkeit die Erdbewegung beilege, in etwann 90 Tagen, Mitte Juni, erreichen und mit ihm in Conjunction treten werde, wonächſt er, von der öſtlich immer weiter rückenden Sonne wieder verlaſſen und ihr bei der Tagesbewegung nun voraufgehend, in der Morgendämmerung ſichtbar werden müſſe. Schon vorher aber fand ihn der uns vielfach bekannt gewordene Engliſche Aſtronom Maskelyne, aufmerkſam gemacht durch Herſchel's Publikationen, noch in den Abenddämmerungen des März auf; und auch in Frankreich gelang dieß dem uns nicht weniger bekannten Aſtronomen Meſſier. Nach Deutſchland kam die Nachricht ſpäter; und es glückte hier dem damaligen Berliner Hof-Aſtronomen, unſerem viel erwähnten Bode, erſt am 2ten Auguſt, den neuen Planeten, nunmehr alſo in der Morgendämmerung zu beobachten. Man ſah ihn ſodann am 25ſten Septbr. (immer noch 1781) in der zweiten (weſtlichen) Quadratur, wo er demnach 6 Uhr Morgens culminirte, und wo er „ſtationair"**

durch ein großes phyſikaliſches Werk über das Licht, deutſch durch Schmidt: „Theorie des Lichtes." Stuttg. 1831. 8. berühmt gemacht. Zurückgekehrt von einer Reiſe nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung zu Beobachtungen des ſüdlichen Himmels, deren Reſultate: „Results of astronomical observations made during the years 1834 — 1838 at the cape of good hope." London. 1847. 4. — ſo eben erſt veröffentlicht worden ſind, ſteht er jetzt als Profeſſor bei der Univerſität zu Cambridge, und wirkt dort fortwährend eifrig für ſeine Wiſſenſchaft.

* Nämlich durch Anwendung von Ocularen geringerer Brennweite, indem der „Reflector," d. h. das Spiegel-Teleſkop (S. 472), gleichwie der „Refractor" (das gewöhnliche Fernrohr) ſo oft vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite (des Objectivs) des Hohlſpiegels enthalten iſt.

* Wenn Uranus täglich etwann $\frac{3}{4}'$ macht, ſo durchläuft er 1° (60') in 80 Tagen, und 360°, d. h. ſeine ganze Bahn alſo in (80 . 360 = 28800 Tagen = etwann 80 Jahren; ſo lange dauert aber, wie wir jetzt wiſſen, die (vgl. hinten) ungefähre Revolution dieſes Planeten wirklich; und Herſchel hatte alſo richtig beobachtet. — Vom (geringen) Unterſchiede zwiſchen geocentriſcher und heliocentriſcher Ortsveränderung des ſo weit entfernten Geſtirns iſt dabei abgeſehen.

** Leſer, welche dieſen Art. alſo vergleichen ſollten, habe ich wegen eines dort S. 502,

(vergl. d. A.), und gegen die Zeit ſeiner, am 25ſten Decbr. eintretenden Oppoſition rückläufig (ſ. auch dieſen A.) wurde. Zugleich aber fand ſich ſeine Bewegung langſamer oder ſchneller nach Maßgabe des Wachſens oder Abnehmens der Größe der „Radien vectoren“ (ſeiner Abſtände von der Sonne), zu deren Berechnung im ſelbigen Artikel Anleitung ertheilt wird. Alle dieſe den Geſetzen des Planetenlaufes ſo vollkommen entſprechenden Umſtände ließen denn kaum einen weiteren Zweifel darüber übrig, daß dieſer Stern wirklich ein Planet ſey, welcher jenſeit des Saturn in einer regelmäßigen elliptiſchen Bahn um die Sonne laufe, und deſſen mittlere Entfernung von der letzteren, nach Maßgabe der ſchon oben ermittelten ungefähren Umlaufszeit von 80 Jahren, und der dritten Kepler'ſchen Regel (S. 911) auf etwann 18 Sonnenweiten (d. h. — vergl. d. A. — mittlere Abſtände der Sonne von der Erde = 20000000 Meilen) angeſchlagen werden dürfe.

Obſchon dieſer Planet nur als ein Firſtern 6ter Größe erſcheint, ſo hat ihn doch ſchon Herſchel (Phil. Transact. l. c.) bei heiterer Luft mehrmals mit bloßen Augen geſehen; und ein aſtronomiſcher Freund verſichert mir, daß ihm dieß zuweilen auch gelinge. Die Scheiben-Form erkennt man jedoch nur durch ziemlich ſtarke Vergrößerungen.

Hieraus und aus dem Umſtande ſeines ſo äußerſt langſamen Fortrückens wird nun leicht erklärlich, „warum er erſt ſo ſpät entdeckt worden?“ Zwar iſt dieſe Frage, wie unſer Lichtenberg im Göttinger Taſchenb. f. 1783 witzig bemerkt, nicht viel vernünftiger, als die von Lelio's Bedienten in Leſſing's Schatze, der gar zu gern wiſſen möchte, „weßhalb der Vater ſeines Herrn gerade heut, und nicht lieber ein Jahr früher oder ſpäter wiederkommt, welches ihm viel begreiflicher geweſen ſeyn würde.“ Man hat ſie aber doch aufgeworfen, um zweifelhaft zu machen, ob dieſer Stern ſtets am Himmel geſtanden habe, oder nicht vielmehr nur eine periodiſche Erſcheinung ſey. Allein er kann wirklich ſchon früher öfter geſehen und nur für nichts anders als für einen Firſtern gehalten worden ſeyn.

Durch dieſe Betrachtungen veranlaßt, verglich Bode indeß ſorgfältig Tobias Mayer's Zodiakal-* Firſtern-Verzeichniß (ſ. d. A. S. 576) vom Jahre 1756, um zu erforſchen, ob nicht jetzt vielleicht ein früher in demſelben als Firſtern angemerktes Geſtirn an ſeiner damaligen, vom Planeten alſo indeß verlaſſenen Himmelsſtelle fehle; und er fand wirklich, daß dieß der Fall mit einem, von Mayer beim Waſſerguß des Waſſermanns (Sternbilder, S. 504), öſtlich vom Sterne φ, mit der Notiz „nur Einmal beobachtet,“ unter Nr. 964 aufgeführten Sterne der Fall ſey. Gerade dieſe Stelle mußte aber der neue Planet um die angegebene Zeit (25ſten Sept. 1756) ſeiner Beobachtung als Firſtern durch Mayer „rechnungsgemäß“ am Himmel eingenommen haben; und gleichergeſtalt ergab ſich nachher noch, daß auch der Engliſche Aſtronom Flamſtead (B. I. unſeres Werkes, S. 575) dieſen Planeten 1690 am 13ten Decbr. alten (23ſten Decbr. neuen) Styls geſehen, aber ebenfalls für einen Firſtern gehalten, und als einen ſolchen unter Nr. 34 ♉ (des Stiers) in ſeine „Historia coelestis.“ II. 86. eingetragen habe, an welcher, der Rechnung gemäßen, damaligen, nachher aber verlaſſenen Himmelsſtelle der Planet alſo jetzt ebenfalls fehlte.**

Spalte 2 unten, vorkommenden, ſchon im Druckfehler-Verzeichniſſe hervorgehobenen Errors um Entſchuldigung zu bitten; die dortigen Worte „Abends,“ „Morgens,“ „von ihm weg,“ „auf ihn los,“ müſſen in umgekehrter Ordnung ſtehen; in der Quadratur nach der Conjunction culminirt Jupiter (nicht „Abends,“ ſondern) Morgens 6 Uhr, und die Erde geht dann (nicht „gerade von ihm „weg,“ ſondern) gerade auf ihn los u. ſ. w. — Für den im Artikel eigentlich erklärten Begriff des „Stationairen“ iſt dieß jedoch ohne allen Einfluß.

* Zodiacus, Thierkreis (ſ. d. A.); — die Sterne dieſer Himmelszone brauchten nämlich allein verglichen zu werden, indem die Planeten (nicht die „Planetoiden“) ſich ſtets nur in ihr aufhalten.

** Ich hebe alle dieſe Umſtände ſo ſorgfältig

Solchergeſtalt waren denn alſo auch dieſe letzten Zweifel, ob Herſchel's Stern wirklich ein, wie geſagt, jenſeit des Saturn kreiſender Planet ſey, zerſtreuet, und Bode ſchlug nunmehr für denſelben den ſehr ſchicklichen Namen Uranus (bekanntlich Vater des Saturn, gleichwie Saturn Vater des Jupiter) vor, welchen die Berliner Akademie genehmigte, und welcher ſodann allgemein angenommen worden iſt, obwohl Herſchel ſelbſt dagegen, zu Ehren ſeines Königes Georg, nach dem Vorgange des Marius und Galilei, als Entdecker der Jupitersmonde (Nebenplaneten, S. 212), die Bezeichnung durch „Georgium sidus" wünſchte. Nicht weniger wurde das auch von Bode empfohlene Zeichen ♅ für den neuen Planeten gut geheißen.

Die eben angeführten Mayer'ſchen und Flamſtead'ſchen Himmelsorte des Uranus dienten hiernächſt als ältere Beobachtungen, und gewährten ſomit das Mittel der ſofortigen genaueren Beſtimmung ſeiner Elemente, zu welchen ich, bevorwortetermaßen, nach dieſer hiſtoriſchen Einleitung jetzt übergehe.

Nach dieſen genaueren Beſtimmungen beträgt aber die vorn nur ungefähr zu 80 Jahren angeſchlagene ſideriſche Revolution (die Rückkehr zu einem Firſterne) des Uranus 30686,8 Tage oder 84 (Julianiſche) Jahre (d. i. zu 365¼ Tagen) und 6 Tage, woraus die tropiſche* Revolution (die Rückkehr zum Frühlingspuncte) = 30597, alſo 89 Tage kürzer* folgt. In jener Zeit durchläuft der Planet ſeine ganze Bahn um die Sonne, deren Länge über 2400 Mill. Meilen beträgt, indem die halbe große Axe dieſer elliptiſchen Bahn (die mittlere Entfernung des Uranus von der Sonne) = 19,18 Sonnenweiten (nahe dem 20fachen der halben Erdbahn-Axe), oder letztere, wie oben, zu 20 Millionen Meilen gerechnet, in runder Summe = 400 Millionen Meilen** iſt, dem zu Folge ſich ſeine ſtündliche Bewegung in dieſer Bahn auf nahe 3300*** Meilen beläuft.

hervor, um die Bewunderung und Ehrfurcht für die erhabene Wiſſenſchaft wo möglich noch zu erhöhen, welche, als Beobachterin, einem Sternchen ſechster Größe unter Milliarden anderer teleſkopiſcher Sterne einen genauen Platz anzuweiſen, als Rechnerin aber darzuthun verſteht, daß dieſer Platz nicht ſowohl einem fixen Sterne, als vielmehr einem, nach beſtimmten Geſetzen in Bewegung begriffenen Planeten angehöre.

* Wir haben die ſynodiſche Revolution daraus durch die im Artikel Aſpecten bewieſene Formel $\frac{Tt}{T-t}$, wo T die tropiſche Revolution des Uranus, t die der Erde bedeutet, ableiten gelernt, welche ſich danach $= \frac{84 \,.\, 1}{83} =$ nahe = 1 Jahre (genauer 369 Tage) findet, nach welcher Zeit die Erde wieder zur Oppoſition mit dieſem Planeten kommt.

* Wie kann es mit dieſen 89 Tagen zugehen? Der Frühlingspunct rückt (ſ. Vorrücken der Nachtgleichen) dem Planeten in ſeiner Bahn jährlich um 50″, alſo dem Uranus in 84 Jahren um (84 . 50″ = 4200″ =) 70′ entgegen, zu deren Durchlaufung dieſes Geſtirn mit ſeiner oben nachgewieſenen ungefähren täglichen Bewegung der ¾′ demnach $\frac{70,}{3/4}$ oder etwann die 89 Tage gebraucht, ehe daſſelbe den indeß ſo viel weiter entfernten Firſtern wieder erreicht, daher das ſideriſche Uranusjahr um ſo viel länger als das tropiſche ausfällt.

** Der Durchmeſſer der Uranusbahn iſt alſo = 800 Millionen Meilen, woraus der Umfang, wenn ich dieſe Bahn als Kreis, von welcher Form ſie, wie wir gleich näher ſehen werden, wenig abweicht, betrachte, durch Multiplication mit der Ludolph'ſchen Zahl (3,141) = den obigen (über) 2400 Millionen Meilen folgt.

*** Der Planet Erde (ſ. d. A. S. 364) durchläuft in ſeiner Bahn 4 Meilen in der Secunde, und daher in 3600 Secunden, d. h. in 1 Stunde (3600 . 4 =) 14400 Meilen. Nun verhalten ſich die Geſchwindigkeiten (die in gleichen

Die Excentricität dieſer elliptiſchen Uranusbahn, d. h. der Unterſchied zwiſchen der größten und kleinſten Entfernung des Planeten von der Sonne, wie ſich derſelbe, nachdem ſchon die ganze Bahn mit Zuhülfenahme der nachgewieſenen früheren Himmelsorte * hatte berechnet werden können, alsbald ergab, beträgt nur 0,046 der zur Einheit genommenen halben großen Axe, alſo (0,046 . 400 Millionen) etwann 18 Millionen Meilen, auf welche Geringfügigkeit ich meine obige Annahme der Kreisgeſtalt für dieſe Bahn habe begründen dürfen. Daraus folgt die größte Entfernung von der Sonne (mittlere der 400 Millionen Meilen + Excentricität) = 418 Millionen Meilen, und die kleinſte (mittlere — Excentricität) 382 Millionen Meilen.

Von der Erde aber, deren eigene Entfernung von der Sonne („Sonnenweite") wir = 20 Millionen Meilen gefunden haben, ſteht Uranus danach in der größten Entfernung (418 + 20) 438 Millionen, in der kleinſten (382 — 20) 362 Millionen, und in der mittleren $\left(\frac{438 + 362}{2}\right)$ wie von der Sonne, etwann 400 Millionen Meilen ab.

Die Länge des Periheliums (vergl. Sonnenferne, wo Anleitung zu dieſer Beſtimmung ertheilt wird) in der Bahn war * nach den Tafeln am 1ſten Januar 1801 . 167° 30′ 25″;
und zur nämlichen Zeit betrug, wie in dieſen Tafeln gleich daneben angegeben wird, die mittlere Anomalie . 10° 17′ 37″
woraus alſo die damalige Epoche ** = . 177° 48′ 2″
folgt (welche Angabe mit der im Artikel Epoche, S. 337, enthaltenen bis auf eine ganz unbedeutende Kleinigkeit übereinſtimmt).

Die Länge des aufſteigenden Knotens (ſ. Knoten) für denſelben Zeitpunct ferner (und zwar in der Eklip-

Zeiten zurückgelegten Wege) wie die Quotienten der Bahn-Umfänge, oder, letztere kreisförmig angenommen, der Halbmeſſer durch die Umlaufszeiten; und da der Bahnhalbmeſſer des Uranus, nachgewieſenermaßen, 20 Mal, und die Umlaufszeit dieſes Planeten 84 Mal länger, als der Halbmeſſer der Erdbahn (1) und das Erdjahr (1) ſind, ſo hat man $\frac{1}{1} : \frac{20}{84} = 14400 : 3300$, wenigſtens ſo nahe, als es ſich nach dieſen nur beiläufigen Annahmen erwarten läßt. Man ſieht hieraus, und das ſoll auch in dieſer Anmerkung eigentlich nur nachgewieſen ſeyn, auf welche Art das Verhältniß der planetariſchen Geſchwindigkeiten in den näheren und entfernteren Bahnen durch die, hinwiederum vermittelſt der dritten Kepler'ſchen Regel (vergl. dieſen Art. S. 911) aus den Umlaufszeiten zu folgernden Abſtände von der Sonne (vom Centralkörper des Syſtems) beſtimmt werden. — Ich wähle, um dieſe allmälige Ableitung des Einen aus dem Andern hier nochmals recht überſichtlich darſtellen zu können, eben die obige neue Anordnung in der Aufzählung der Elemente des Uranus.

* Die Aſtronomie beſitzt Methoden, um aus drei vollſtändigen (nach gerader Aufſteigung und Abweichung beſtimmten), hinreichend weit auseinander liegenden Himmelsorten eines Planeten ſeine ganze Bahn nach allen ihren Dimenſionen abzuleiten. — Ich komme in einem beſondern Anhange dieſes 2ten Bandes unſeres Werkes hierauf zurück.

* „War?" Es gehen, wie ich nur erſt noch im Art. Saturn, S. 368, auseinandergeſetzt habe, in dieſen Elementen kleine ſäculare Aenderungen vor, daher man ſich bei ihrer Angabe, wie oben, auf einen beſtimmten Zeitpunct beziehen muß.

** „Mittlere Anomalie" (vergl. d. A.) = der, vom Perihelium ab gerechneten „mittleren Länge in der Bahn", ſo daß ſich alſo, nach Hinzurechnung der „Länge des Periheliums" ſelbſt, die „Epoche" (auch eigener Art.), d. h. die „mittlere Länge in der Bahn" vom Anfangszählpuncte, von welchem ab auch die „Länge des Perihels" gerechnet worden, ergibt.

tik ſowohl als in der Bahn)* war . . . . 72° 59′ 35″; und die Neigung (auch eigener Art.) der Bahnebene des Uranus gegen die Ebene der Ekliptik endlich nur . . 46′ 28″; — womit denn die ſämmtlichen Elemente (vergl. d. Art.) dieſes Planeten beſtimmt ſind.

Der Durchmeſſer der Scheibe des Uranus ſodann zeigt ſich uns (d. h. von der Erde aus geſehen) unter einem Winkel von 4 Secunden, wogegen der Durchmeſſer der Erdkugel auf dem Uranus höchſtens 1 Secunde groß erſcheinen kann.

Dieß läßt ſich aus der Horizontal-Parallaxe (ſ. d. Art. S. 240) dieſes Planeten, welche ihrerſeits aus ſeiner (uns ſchon bekannt gewordenen) Entfernung hervorgeht, folgern; denn dieſe „Horizontal-Parallaxe“ eines Geſtirns iſt, wie in demſelben Art. weiter auseinandergeſetzt wird, nichts anderes, als der Winkel, unter dem der Erdhalbmeſſer auf dem Geſtirne geſehen wird, ſo daß ihre Verdopplung alſo den dortigen ſcheinbaren Erddurchmeſſer angibt. Nun verhält ſich aber der von der Erde geſehene ſcheinbare Durchmeſſer des Uranus (4″) zu dem vom Uranus geſehenen ſcheinbaren Durchmeſſer der Erde (1″) offenbar wie der wahre Durchmeſſer des Uranus (x) zum wahren Durchmeſſer der Erde (1720 geogr. Meilen; ſ. Erde, S. 363), und man hat alſo:

$$4 : 1 = x : 1720,$$

woraus x = (4 . 1720 =) etwann 7000 geograph. Meilen kommt (andere Aſtronomen geben denſelben etwas größer).* Demnach beträgt die Kugeloberfläche des Uranus etwann 150 Millionen Quadratmeilen, oder 15 Mal mehr als die Oberfläche der Erde (l. c.), und der Cubik-Inhalt** dieſes Planeten 180000 Millionen Cubikmeilen, alſo das 70fache des Cubik-Inhaltes der Erdkugel (von — vergl. wieder Erde, l. c. — 2600 Millionen ſolcher Meilen).

Wäre Uranus bei dieſem alſo 70 Mal größeren Volumen zugleich ſo dicht als der Planet Erde (betrüge auch ſein Gewicht das 70fache des Gewichts der Erdkugel; müßte man, um den in eine Wageſchale gelegten Uranus aufzuwägen, in die andere 70 Erdkugeln thun); ſo würde er auch in der Himmelswage, d. h. durch ſeine Schwerkraft, durch die Gewalt der von ihm bewirkten Pertur-

* Ich erinnere nämlich nochmals daran, daß man in der Planetenbahn, rückwärts vom aufſteigenden Knoten, als einem der beiden, ihr mit der Ekliptik gemeinſchaftlichen (Durchſchnitts-) Puncte, einen der Länge dieſes Knotens auf letzterer gleichen Bogen nimmt, und von deſſen anderem (weſtlichen) Endpuncte an die Längen in der Bahn, wie (vergl. die voraufgehende Anmerk.) oben die Länge des Periheliums, die Epoche u. ſ. w. zählt. Auf dieſe Weiſe wird der beſtändige Bezug der Planeten- zur Erdbahn (Ekliptik), als diejenige, welche der irdiſche Aſtronom natürlich zunächſt im Auge hat, am beſten erhalten.

* Ich mache überhaupt darauf aufmerkſam, daß die Angaben über dieſen Planeten Uranus nicht bei allen Aſtronomen ganz genau übereinſtimmen, welches bei Berückſichtigung ſeiner ungeheuren Entfernung und der Kleinheit ſeines ſcheinbaren Durchmeſſers auch nicht befremden darf.

** Der Durchmeſſer der 7000 Meilen, mit 3,141 multiplicirt, bringt den Umfang des Uranus-Aequators = nahe 22000, woraus die Fläche des größten Kugelkreiſes $= \frac{22000.7000}{4} = 41000000$, und die Kugeloberfläche, als das 4fache der Kreisfläche = 164000000, für welche wegen den leicht begreiflichen Schwierigkeiten genaueſter Beſtimmung die obigen 150 Millionen Quadratmeilen angenommen worden ſind; — der Cubik-Inhalt ſodann endlich folgt daraus $= 150000000 . \frac{7000}{6}$. — Ich hätte mich dieſer Rechnung wegen zwar auf die Elementargeometrie beziehen können; manchen Leſern iſt es indeß angenehm, auch ſolche Sätze unmittelbar vorzufinden.

bationen (vergl. d. A.), einen 70 Mal größeren Einfluß als die Erde ausüben; allein dieſer Einfluß findet ſich dagegen nur etwann $\frac{1}{4} . 70 = 18$ Mal* größer, als der perturbirende Erdeinfluß; — und es folgt daraus unabweislich, daß die Dichte (das durchſchnittliche ſpecifiſche Gewicht) des Uranus (vgl. hinten) nur $\frac{1}{4}$ der mittleren Dichte der Erde beträgt, welches Reſultat ſehr gut mit der, in dieſem Artikel S. 370 beigebrachten Encke'ſchen Beſtimmung der planetariſchen Dichten übereinſtimmt.

Da Uranus, um nunmehr auf ſeine phyſiſche Beſchaffenheit zu kommen, ſo unermeßlich weit von uns entfernt iſt, ſo wiſſen wir von ſeiner Oberfläche wenig; er erſcheint uns als eine, wie geſagt, ſehr kleine, runde, matt, aber durchaus gleichförmig beleuchtete Scheibe, auf welcher wir Flecken oder Streifen zu erkennen nicht mehr vermögend ſind. Nun iſt aber die Rotationszeit eines Geſtirns, wie ich in dieſem Artikel gezeigt habe, nur aus der Rückkehr eines ſolchen „Fleckens“ zu einer nämlichen Stellung gegen das Auge des Beobachters abzuleiten; und der Mangel wahrnehmbarer Flecken auf dieſem Planeten macht alſo eine Beſtimmung ſeiner Rotation durch unmittelbare Beobachtung unthunlich.

Gleichwohl darf eine ſolche aus andern Gründen als ausgemacht betrachtet werden. Zuerſt nämlich iſt eine ſchnelle (die zehnſtündige) Rotation der allgemeine Charakter der zweiten Gruppe des Syſtems der Planeten (S. 319): wir gewahren ſie am Jupiter, am Saturn, und dem Uranus alſo muß ſie analogiſch beigelegt werden. Mit dieſer Analogie verbindet ſich aber die ſehr ſtarke Abplattung (ſ. d. A.) dieſes Planeten; Mädler, unſer ſorgfältiger Dorpat'er Beobachter, findet („Aſtr. Nachr.“ Nro. 460 und 493) das Verhältniß des äquatorealen zum polaren Durchmeſſer deſſelben $= 10,85 : 9,85 = 11 : 10$; alſo die Abplattung $= \frac{1}{11}$* (d. h. wann man den — größeren — äquatorealen Durchmeſſer des Uranus in 11 gleiche Theile theilt, ſo enthält der — kleinere — polare Durchmeſſer nur 10 dieſer Theile; er iſt um $\frac{1}{11}$ des äquatorealen kürzer), welches ſelbſt die Abplattung des Jupiters, die (vergl. d. A. S. 826) nur etwann $\frac{1}{13}$ beträgt, übertrifft, und alſo eine ſchnelle Rotation, wovon die „Abplattung“ nur als Folge erſcheint, beweist.

Neben dieſer großen Abplattung, der demnach ſtärkſten in unſerm ganzen Sonnenſyſteme, iſt Uranus aber durch eine andere, und ſo weit unſere Beobachtungen reichen, beiſpielloſe Eigenthümlichkeit ausgezeichnet: ich meine die Lage ſeiner Rotationsaxe gegen die Ebene ſeiner Bahn um die Sonne. Während die Rotationsaxe der Erde nämlich mit der Ebene der Ekliptik einen Winkel von über 66° macht, und das Complement davon: unſere „Schiefe der Ekliptik“ (ſ. d. Art.), d. h. der Winkel des Erdäquators mit jener Ebene, alſo noch nicht 24° beträgt, fällt die Rotationsaxe des Uranus dagegen in die Ebene ſeiner Bahn um die Sonne; die dortige „Schiefe der

* Es läßt ſich hieran noch eine lehrreiche, den Fall ſchwerer Körper (vergl. d. A. S. 418) auf der Uranus-Oberfläche betreffende Betrachtung knüpfen. Nach bloßer Maßgabe der alſo 18 Mal größeren Schwerkraft des Uranus nämlich mußte dieſer Fall dort auch 18 Mal größer, als auf der Erde (wo er in der 1ſten Secunde bekanntlich 15 Fuß beträgt) ausfallen; er mußte $= 18 . 15$ Fuß ſeyn. Allein wir haben dagegen den Halbmeſſer der Uranuskugel auch über 4 Mal größer, als den der Erde gefunden; und da (vgl. Gravitation) die Fallgröße hinwiederum im Verhältniſſe des Quadrats des Halbmeſſers abnimmt, ſo hebt dieſer Einfluß ($4\frac{1}{4}^2 = 18$) den obigen etwann auf; und der Fall ſchwerer Körper auf der Uranusoberfläche kann ſomit, wie bei uns, ebenfalls nur 15 Fuß betragen, wie ihn denn der uns bekannte Wiener Aſtronom Littrow, ſchärfer rechnend, $= 14,6$ Fuß findet.

* Wie delicat dieſe Beſtimmung ſey, geht aus dem darüber herrſchenden Widerſpruche in den älteren und neueſten Angaben hervor; Gruithuiſen, der Münchener Aſtronom, findet die Abplattung (S. 26) nur erſt noch $= \frac{1}{60}$.

Ekliptik“ beträgt danach volle 90°,* und der Uranus-Aequator ſteht alſo ſenkrecht auf jener Ebene.

Ich bitte die Leſer, ſich dieſe Lage der Uranus-Rotationsaxe in der Bahn des Planeten um die Sonne, und alſo die Lage gegen letztere recht zu verſinnlichen, und ſich dabei zugleich an den beſtändigen Selbſt-Parallelismus (ſ. d. A.) der gedachten Axen** zu erinnern. Sie werden dann finden, daß, dieſem Umſtande gemäß, die Sonne, welche ſich bei uns kaum bis 24° zu beiden Seiten vom Aequator entfernt, auf dem Uranus dagegen, 90° von demſelben ab, bis in die Pole ſteigt; in einem Puncte der Bahn, von dem wir ausgehen wollen, hat bei dieſer Lage der Axe der Nordpol die Sonne im Zenith, von wo an ſie in einem Uranus-Vierteljahre, d. h. in $\left(\frac{84}{4} = \right)$ 21 unſerer Jahre, in Schraubengängen zum Aequator hinabſinkt, im folgenden Uranus-Vierteljahre in das Zenith des Südpols (Nadir des Nordpols) tritt, nach abermaligen 21 unſerer Jahre wieder den Aequator erreicht, und endlich nach dem 4ten Uranusquartale zum Nordpole zurückkehrt und damit das Uranusjahr beſchließt;*** man darf dieſe vier 21jährigen Perioden die 4 Jahreszeiten des Uranus nennen, von denen demnach jede, ſtatt bei uns 3 Monate, die angegebene Anzahl von Jahren

* Dieß iſt das Reſultat früherer Beobachtungen von Herſchel dem Vater; Mädler (l. c.) findet in naher Uebereinſtimmung 85°. — Man könnte noch nach der Art des Verfahrens zur Beſtimmung dieſer Stellung der Rotationsaxe fragen; allein da dieſe Axe als die kürzere (die polare) charakteriſirt iſt, ſo bedürfte es nur der Wahrnehmung ihrer Lage gegen die Ekliptik, mit welcher (ſ. oben) die Bahn-Ebene des Uranus faſt zuſammenfällt. — Dieß gibt wenigſtens einen Begriff von der Möglichkeit der Entſcheidung durch Beobachtung.

** Ich ſage „Axen,“ indem dieſer Parallelismus (ſ. nochmals d Art. gleich Eingangs), als allgemeines Himmelsgeſetz, für alle Rotationsaxen gilt.

*** Da dieſe Erklärung des Wechſels der Tages- und Jahreszeiten auf dem Uranus vielleicht nicht alsbald alle meine Leſer gleich ſehr befriediget, und die Sache unter dem obigen Geſichtspuncte des ehrwürdigen Herſchel gleichwohl ſo unendlich anziehend erſcheint, ſo will ich noch eine andere Darſtellung, welche ich in meinen Collectaneen auffinde, mittheilen.

„Die große Schiefe der Ekliptik auf dem Uranus,“ heißt es aber daſelbſt, „muß für die Tages- und Jahreszeiten dieſes Planeten Folgen haben, welche von Demjenigen, was wir in dieſem Bezuge auf der Erde beobachten, vollkommen verſchieden ſind. Die heiße, die gemäßigte, die kalte Zone, in unſerem Sinne des Wortes, können danach nämlich dort nicht, wie bei uns, auf beſtimmte Gegenden eingeſchränkt ſeyn und bleiben, ſondern verbreiten ſich vielmehr in ſteter Folge über alle Puncte der Uranus-Oberfläche, deren jeder die Sonne ſucceſſiv in das Zenith und Nadir bekommt. Zur Zeit des Sommereintrittes in der nördlichen Uranus-Hemiſphäre, um wieder damit anzufangen, d. h. alſo zu derjenigen Zeit, zu welcher die Sonne für dieſe Hemiſphäre die größte Mittagshöhe erreicht hat, ſteht ſie im Zenith des Nordpols, alſo im Nadir des Südpols ſelbſt; die Lichtgrenze wird dann durch den Aequator gebildet, und jener Pol gibt den Mittelpunct der heißen, wie dieſer umgekehrt den der kalten Zone ab. 90° öſtlich und weſtlich in der Bahn davon findet ſich die Sonne, auf welche ich zu leichterer Verſinnlichung die Bahnbewegung des Planeten übertrage, dagegen im Zenith des Aequators; und indem ſie von hier durch die ganze eine Hälfte der Bahn, alſo während voller $\left(\frac{84}{2} = \right)$ 42 Jahre, zu dem einen Pole hinauf, wie vom andern hinab ſteigt, ſo hebt damit für jenen ein ununterbrochener 42jähriger Tag, wie für dieſen eine gleich lange ſtete Nacht an.“ — Dieſe Auseinanderſetzungen werden, meiner Abſicht gemäß, wenigſtens das im Letzte Angedeutete noch näher beſtimmen, wogegen es dann eigene Sache des Liebha-

dauert, unter welchem Geſichtspuncte ich ſogleich darauf zurückkomme. Herſchel, der angegebene erſte Beobachter dieſer Anomalien, macht aber („Phil. Trans. act." für 1798, S. 47) dazu die intereſſante Bemerkung, „daß uns dieſe merkwürdigen Anomalien bei ihrem Vorkommen an den Grenzen (wenn auch nicht an den äußerſten, welche jetzt der — vergl. Planeten — erſt unterdeß entdeckte „Neptun" bezeichnet) des Syſtems wahrſcheinlich auf ganz andere, in den folgenden höheren Syſtemen zu erwartende Einrichtungen vorbereiten ſollen."

Die nun alſo näher zu betrachtende, ſo außerordentlich viel längere Dauer der Jahreszeiten auf dem Uranus weist nämlich, wie ich dieſen Geſichtspunct für die ſogenannten „oberen Planeten" (die „zweite Gruppe") ſchon öfter aufgeſtellt habe, auf eine, in demſelben Verhältniſſe größere Stabilität der dortigen Lebenseinrichtungen hin. Einem 21jährigen Uranus-Frühlinge werden andere und dauerndere Blumen blühen, einem 21jährigen dortigen Herbſte andere, ausgebildetere Früchte reifen, als die entſprechenden nur 3monatlichen Jahreszeiten der Erde zu liefern im Stande ſind;* und den Exiſtenzformen auf dem Uranus muß alſo ſchon aus dieſem Grunde ein eben ſo anderer und höherer Charakter, als auf unſerem Planeten beiwohnen. Hierzu tritt die bereits vorn ermittelte mehrere Stofffeinheit der dieſen Planeten conſtituirenden Materien: wir hatten die mittlere Dichtigkeit deſſelben 4 Mal geringer als der Erde gefunden, dem zu Folge für alles dort Vorhandene ein minder derb-körperlicher, ein ätheriſcherer Charakter angenommen werden darf. Allein ich ſelbſt will dieſe Schlußfolge des Beweiſes für eine ſolchergeſtalt wachſende Vollkommenheit des Seyns nach Maßgabe der mehreren Entfernung der Planeten vom Centralkörper, womit nicht nur ihre Unabhängigkeit von demſelben, und ihre Jahresdauer, ſondern, wie wir ſchon beim Jupiter und Saturn geſehen haben, und nun nicht weniger beim Uranus wahrnehmen, auch die Stofffeinheit ihrer Körperwelt wächst, nicht fortſetzen: man hat mir die Lebhaftigkeit meines Enthuſiasmus für dieſe Idee zuweilen ſogar zum Vorwurfe gemacht; und ich übertrage die weitere Ausführung daher lieber einem Dritten: dem ehrwürdigen Philoſophen Kant, welchen ein gleicher Vorwurf nicht treffen wird. Dieſer tiefſinnige Denker ſagt aber (vergl. Planeten, S. 320.) in ſeiner „Naturgeſchichte und Theorie des Himmels," 4te Aufl. Zeitz, 1808. gr. 8. S. 132 und 134, in vollkommenſter Uebereinſtimmung mit meiner Hypotheſe, ausdrücklich und wörtlich: „es ſey nach den von ihm entwickelten Analogien als unzweifelhaft anzunehmen, daß die Vollkommenheit der materiellen ſowohl als der Geiſterwelt vom Mercur bis zum Uranus, oder, wofern von dort ab noch ferner Planeten exiſtirten,* darüber hinaus, nach dem Verhältniſſe der Entfernungen von der Sonne wachſe und fortſchreite, und daß ſich der Stoff, aus welchem die Bewohner dieſer verſchiedenen Planeten mit Inbegriffe der Thiere und Pflanzen gebildet worden, in demſelben Verhältniſſe von leichterer und feinerer Art finde, demgemäß namentlich den „Uraniten" eine größere Elaſticität der Faſer und überhaupt eine vortheilhaftere Anlage des Baues beigemeſſen werden müſſe." — Eine leuchtendere Uranus-Ausſicht, als dieſe Kantiſche, weiß ich nicht aufzuſtellen; und ich beſchließe daher meinen Vortrag über dieſen Pla-

ders bleibt, dieſe Beſtimmung auf alle einzelne Phaſen auszudehnen, welches mich hier zu weit führen würde.

* Man könnte mir hier den geringeren Sonneneinfluß auf dem ſo viel weiteren Uranus einwenden; allein ich habe ſchon öfter, und namentlich erſt noch im Art. Jupiter, S. 831, darauf aufmerkſam gemacht, daß den Atmoſphären dieſer Sonnen-ferneren Planeten ein ganz anderes Licht- und Wärme-Entwicklungs-Vermögen beigemeſſen werden muß.

* Welch eine herrliche Vorherverkündigung des Neptun aus höheren, als bloß aſtronomiſch-rechnenden Gründen!

neten ſelbſt am würdigſten mit derſelben, indem ich jede weitere eigene Ausmalung unterdrücke.

Dagegen beſitzt aber Uranus zugleich noch ein Gefolge von Monden, deren ich vorläufig ſchon im Art. Nebenplaneten, S. 221 flgd., Erwähnung gethan habe, und deren Zahl, wie dort angeführt iſt, auch ihr Entdecker, Herſchel der Vater, auf ſechs anſchlägt, wiewohl dieſe Zahl gewiß größer iſt, da wir ſchon beim Saturn ſieben Monde kennen, und dieß Mondgefolge einer, von mir als Himmelsgeſetz admittirten Regel gemäß, im Verhältniſſe der größeren Entfernung, bei welcher der Planet immer mehr ſelbſt Centralkörper wird, auch immer mehr wächst. Schon die Auffindung dieſer 6 Herſchel'ſchen Uranusmonde gehört aber, wie man ſich auch bei der gewöhnlichen Kleinheit der Nebenplaneten und bei dieſer ungeheuren Entfernung leicht ſelbſt vorſtellen kann, zu den ſchwierigſten Aufgaben der beobachtenden Aſtronomie; Herſchel der Sohn (vgl. ſeine „Treatise on Astron.“ London, 1833. Franz. Ueberſetzung von Tournot. Brüſſel, 1835. kl. 8. S. 397), im Beſitze der vortrefflichſten Inſtrumente, hat mit Beſtimmtheit nie mehr als zwei wahrnehmen können;* und vom älteren Herſchel ſelbſt (welcher auch einmal einen Ring, wie beim Saturn, um den Uranus beobachtet haben wollte) ſind ſie auch wohl mehr mit den Augen des Geiſtes, geleitet von dem angeführten Schluſſe der Analogie, als mittelſt des Teleſkops geſehen worden. Jene zwey Uranusmonde zeigen indeß („Traité d'Astronomie par Sir *John Herschel*“. l. c.) eine höchſt merkwürdige, jedoch aus den Umſtänden leicht erklärliche Eigenthümlichkeit. Während ſich nämlich alle übrigen Syſtems-Himmelskörper längs der Ekliptik, von Weſten nach Oſten (retrograde Kometen laſſe ich hier unbeachtet) vorwärts bewegen, zeigen die Uranusmonde eine ſolche Bewegung in Länge gar nicht, ſondern laufen vielmehr in der Richtung von Norden nach Süden. Dieſe, auf den erſten Anblick ganz unbegreifliche Anomalie erklärt ſich jedoch, wie geſagt, aus den Umſtänden ganz leicht. Wir haben nämlich oben die Ebene des Uranusäquators ſenkrecht auf der Bahnebene dieſes Planeten, und letztere hinwiederum faſt zuſammenfallend mit der Ekliptik gefunden; in jener erweiterten Aequatorsebene befinden ſich aber (wie beim Saturn, S. 375) die Bahnen der Monde, welche Bahnen demnach auch faſt ſenkrecht auf der Ekliptik ſtehen, dergeſtalt, daß ſich die Monde alſo, ſtatt längs der letzteren von Weſten nach Oſten fortzurücken, vielmehr ſenkrecht gegen ſie, von Norden nach Süden, zu ihren Polen hinauf und herab bewegen.*

Dieß dürfte etwann das Wichtigſte ſeyn, was ſich nach dem heutigen Stande der Aſtronomie über den Uranus und ſeine Monde anführen läßt. Der Veranlaſſung, welche er durch die ſeinem Laufe widerfahrenden Perturbationen zur Entdeckung des Planeten Neptun gegeben hat, iſt von mir in jenem Artikel, S. 312, ausführliche Erwähnung gethan. Die hiſtoriſchen Notizen aber habe ich gleich Eingangs beigebracht, und es bleibt mir daher nur noch übrig, in literariſcher Hinſicht zu bemerken, daß man von dieſem merkwürdigen Weltkörper eine eigene Monographie durch den uns viel bekannt gewordenen verewigten Schwäbiſchen Aſtronomen Wurm**: „Geſchichte des Plane-

* Im Artikel Nebenplaneten iſt eine einzige Beobachtung von ihm erwähnt, bei welcher er ſie alle ſechs geſehen haben will; ich finde dieſe Angabe in meinen Notizen, kann aber die Quelle, aus welcher ich ſie geſchöpft habe, nicht näher bezeichnen. Lamont, Director der Sternwarte zu Bogenhauſen bei München, hat, wie unſer Dorpater Aſtronom Mädler in der 2ten Ausgabe ſeiner „Populären Aſtronomie.“ Berlin. 1846. S. 263 aufführt, Mühe gehabt, Einen von ihnen zu Geſicht zu bekommen.

* Dergeſtalt, daß ſich, um die daraus folgende Art der Erſcheinung zu bezeichnen, ihre Bewegung im Raume in der Projection auf die Ebene der Ekliptik als eine durch den Nordpol derſelben gehende Gerade darſtellt.

** Profeſſor zu Stuttgart und einer der Entdecker (denn ich finde den Satz auch

ten Uranus." Nebſt Tafeln ſeines heliocentriſchen und geocentriſchen Laufes (erſtere nach dem Franzöſiſchen Aſtronomen Delambre). Gotha. 1791. — beſitzt, mit welcher meine Leſer verbinden können Nürnberger's „Aſtronomiſche Reiſeberichte oder Skizzen einer Topographie des Himmels." Kempten, Dannheimer. 1837. 8., wo S. 81 flgd. auf des Verfaſſers eigenthümliche Manier ausführlich vom Uranus gehandelt wird.

V.

Variation des Mondes; Variatio; *Variation.* Eine der vier „großen" Mondungleichheiten, von welchen vorläufig ſchon in dieſem Collectiv-Artikel, S. 186 flgd., die Rede geweſen iſt, auf welche ich aber unter ihrem obigen Namen hier beſonders zurückzukommen verſprochen habe.

Um die Sache zunächſt unter dem allgemeinſten Geſichtspuncte und mit Bezug auf die angegebenen ſämmtlichen vier „großen" (von den unzähligen kleineren ſehe ich dabei ganz ab) Mondungleichheiten aufzufaſſen, müſſen wir uns daran erinnern, daß der Mond 1) die ihn dabei in eigener Bewegung gleichzeitig mit um die Sonne führende Erde nicht in einer Kreis-, ſondern in einer elliptiſchen Bahn, und alſo nicht mit gleichförmiger, ſondern mit ungleichförmiger Geſchwindigkeit umläuft; — und daß er in dieſer elliptiſchen und demnach ſchon darum ungleichförmigen Bewegung überdieß durch die gewaltige Gravitation der Sonne die ſtärkſten Störungen erfährt, welche ſich beſonders in den Stellungen äußern, wo 2) der Mond mit jenem Geſtirne entweder in den Syzygien (in Conjunction und Oppoſition) oder in Quadratur ſteht; 3) wo ſeine Bewegung in der Bahn um die Erde entweder zugleich die Richtung auf die Sonne (die Linie der Syzygien) zu oder von der Sonne (von dieſer Linie) weg hat (Ausdrücke, über deren eigentliche Bedeutung ich mich ſogleich näher erklären werde); und 4) wo er ſich mit der ſolchergeſtalt von ihm begleiteten Erde entweder in der Sonnennähe, oder in der Sonnenferne dieſes ſeines Hauptplaneten befindet. — Die erſte dieſer 4 Ungleichheiten iſt die Gleichung der Bahn; die zweite in der nämlichen Ordnung heißt die Evection; die dritte die Variation; und die vierte die jährliche Gleichung. Ueber die erſte, zweite und vierte dieſer Ungleichheiten handeln bereits die gleichlautenden drei beſondern Artikel unſeres Werkes; hier habe ich es alſo, wie geſagt, nunmehr nur noch im beſondern mit der dritten derſelben, mit der „Variation" zu thun.*

ſchon früher bei Kant, Lambert ꝛc.) der nach ihm die „Wurm'ſche Reihe" benannten Progreſſion der Planeten-Abſtände von der Sonne, von der ich namentlich ſchon Bd. I. S. 165 unſeres Werkes gehandelt habe, auf welche ich aber auch noch in einem beſondern Artikel ausführlicher zurückkomme.

* Nach dieſer Zuſammenſtellung der vier großen Mondungleichheiten in Worterklärungen iſt manchen Leſern auch wohl eine Geſammt-Ueberſicht der entſprechenden Formel-Ausdrücke willkommen. Bezeichnet man aber durch m die mittlere Anomalie des Mondes, durch M die der Sonne, und durch d die Differenz der mittleren Längen des Mondes und der Sonne, ſo iſt die Gleichung der Bahn $= (6^0\ 16') \sin m + (0^0\ 12'\ 50'') \sin 2\,m$; die Evection $= (1^0\ 16') \sin (2\,d - m)$; die Variation $= (0^0\ 39') \sin 2\,d$; und die jährliche Gleichung $= -(0^0\ 11') \sin M$, wobei ich nur noch bemerke, daß ich im citirten Collectivartikel Mondungleichheiten, ſtatt des obigen d, den Ausdruck „mittlere Elongation" gebraucht habe, welcher zwar nicht allgemein gebräuchlich iſt, mir aber ganz paßlich ſcheint, um

Die Mondungleichheit der Variation wird aber, wie ich gleich erſt noch mit beſtimmteren Worten erklären wollte, dadurch veranlaßt, daß die Gravitationswirkung der Sonne auf den Mond in denjenigen beiden Quadranten ſeiner Bahn (den in unſerer Figur 3 der Tafel XXII. mit 1 und 3 bezeichneten), in welchen derſelbe von den Syzygien (der Conjunction und Oppoſition) weggeht, ſeiner durch die Centralkraft der Erde hervorgebrachten Bahngeſchwindigkeit jetzt zuwider wirkt, wogegen jene Perturbation in den beiden andern Quadranten (2 und 4 der Figur), in denen der Mond auf die Syzygien vielmehr zueilt, mit der Erd-Attraction conſpirirt, welches Princip man bei dem bloßen Anblicke der Figur ohne weiteres zugibt; und dieſe Ungleichheit äußert ſich, wie die Beobachtung und der darauf begründete, in der Anmerkung beigebrachte Formelausdruck lehrt, am ſtärkſten in den Octanten, wogegen ſie in den Syzygien und Quadraturen verſchwindet, eine Anführung, welche mit dem gleich Folgenden nur in einem ſcheinbaren Widerſpruche ſteht, daher ich bitten muß, erſt die ganze Auseinanderſetzung zu leſen.

Da hiernach nämlich die Variation die Mondgeſchwindigkeit nach Maßgabe der Annäherung zu den Syzygien vermehrt und, umgekehrt, nach Maßgabe der Entfernung davon vermindert, ſo folgt hieraus, wie man nicht weniger ſogleich zugibt, daß das Maximum der daher rührenden Geſchwindigkeits-Beſchleunigung in den Syzygien, gleichwie das Minimum dieſer Geſchwindigkeit in den Quadraturen, als den von jenen entfernteſten Puncten, eintritt.* Mit dieſer ſolchergeſtalt vergrößerten Geſchwindigkeit geht demnach der wahre Mond W unſerer Figur von der einen Syzygie, der Conjunction S mit der Sonne, aus, und eilt alſo dem, mit ihm gleichzeitig ausgehend angenommenen mittleren Monde M dort anfänglich voran, bis die hier alſo retardirende Wirkung der Sonne dieſe ſeine noch überwiegende Geſchwindigkeit allmälig ralentirt und ſie erſt der mittleren gleich macht. Dieß geſchieht aber natürlich da,* wo ſein Vorſprung eben der größte geworden iſt, d. h. auf der Hälfte des Weges, in A zwiſchen W und M, im (vergl. d. Anmerk.) erſten Octanten; und in dieſer Phaſe des erſten Octanten, alſo bei einem Abſtande von der Sonne, einer Längenverſchiedenheit = 45°, iſt demnach der Ortsunterſchied zwiſchen dem „variirten" (dem wahren) Monde W und dem mittleren M am größten (ein erſtes Maximum).** Bis dahin war

den an der Erde durch eingebildete Geſichtslinien nach den Längenpuncten eines mittleren Mondes und einer mittleren Sonne formirten Winkel zu bezeichnen.

* Hiernach ſollte man, um nur gleich auf den eben angedeuteten „ſcheinbaren Widerſpruch" zu kommen, freilich glauben, daß auch die größte Wirkung dieſer Geſchwindigkeits-Veränderung in denſelben Puncten Statt haben müßte; allein dieſelbe tritt (Mondungleichheiten, S. 186 und hinten) vielmehr erſt längere Zeit nach der Dauer der Urſache ein, — und dieſe Bedingung iſt der eigentliche Schlüſſel des Räthſels.

* Wieder Mondungleichheiten, l. c. — Da ferner die, wenn ich ſo ſagen darf, „variirte" Mondgeſchwindigkeit in den Syzygien am größten und in den Quadraturen am kleinſten iſt, ſo ergibt ſich (vergl. auch noch die folgende Anmerk.) von ſelbſt, daß der Uebergang von der erſteren zur letzteren, d. h. die mittlere, auch auf dem halben Wege, nämlich im Octanten, oder alſo da eintritt, wo der Wege-Vorſprung des wahren vor dem mittleren Monde eben ſein Maximum erreicht hat. — Die rechte Einſicht in die Sache iſt freilich nicht ganz leicht; wer aber meiner Darſtellung mit aller Aufmerkſamkeit folgt, der muß dieſe Einſicht doch erlangen.

** Die Formel: Variation = 39′ sin 2 Längendifferenz, zeigt es, indem 2 . 45° = 90°, wovon der Sinus = + 1. Auch ſieht man ohnedieß leicht ein, daß das Maximum der Wirkung erſt da eintreten (die Summe der bis dahin Statt gefundenen Einzelwirkungen erſt da

der wahre Mond mit ſeiner anfänglich zwar größeren, aber eben der hier Statt findenden verzögernden Sonnen-Perturbation wegen nun abnehmenden Geſchwindigkeit dem mittleren voraus, und ſein Vorſprung vor ihm wuchs, bis dieſer gegenſeitige Abſtand nicht weiter wachſen konnte, indem beide Geſchwindigkeiten gleich wurden, wonächſt die ſich, ihrem Charakter gemäß, immer gleich bleibende mittlere, alſo nunmehr ihrerſeits den Vorſprung vor der, bevorwortetermaßen, abnehmenden wahren gewann.

In der erſten Quadratur (Q unſerer Figur 3 der Tafel XXII.) kommt ſodann der mittlere (der, wie ich mich des Ausdruckes bedient habe, „nicht variirte") Mond mit dem „variirten," dem wahren, wieder zur gleichen Zeit,* aber doch mit der ihm jetzt inhärirenden größeren Geſchwindigkeit an, und geht demnach gegenwärtig damit hinwiederum dem wahren voraus, welches jetzt anhebende Voreilen des mittleren Mondes aus den nämlichen Gründen bis zum zweiten Octanten (B zwiſchen W und M; Längendifferenz von Mond und Sonne = 135°) fortdauert, wo nunmehr allererſt die, mit dem hier eintretenden Zueilen auf die Syzygie (auf die Oppoſition O) wieder wachſende Geſchwindigkeit des wahren Mondes der mittleren abermals gleich wird, daher der gegenſeitige Abſtand und mit ihm die Variation, bevorwortetermaßen, ein zweites, aber negatives* Maximum erreicht.

Zu dieſem Syzygien-Puncte O der Oppoſition gelangt der wahre Mond W ſolchergeſtalt zwar nochmals zugleich mit dem mittleren M (der Umſtand, daß hier $d = 180^\circ$, alſo $2\,d = 2 \,.\, 180 = 360^\circ$, wovon der Sinus = 0, beweiſt Dieß ſowohl, als das hier eintretende zweite Verſchwinden der Variation); allein ſeine erlangte Geſchwindigkeit iſt nun ſeinerſeits wieder größer, und er eilt damit dem letzteren voran, bis dieſe reſpectiven Geſchwindigkeiten im gegenwärtigen Quadranten, wo W von O weggeht, in C, dem dritten Octanten, zwiſchen M und W, und alſo bei (180 + 45 =) 225° Längenverſchiedenheit neuerdings gleich werden, und ſomit, unſerer Theorie gemäß, auch ein drittes Maximum** der Variation eintritt, wonächſt, umgekehrt, nochmals der mittlere Mond an Geſchwindigkeit gewinnt.

Ganz nach Art der Beziehung auf die vorigen Phaſen kommt derſelbe damit aber in der zweiten Quadratur,*** Q' unſerer Figur, wiederum zugleich mit dem daſelbſt retardirten wahren Monde an, d. h. die Variation verſchwindet in dieſer Quadratur neuerdings (Längendifferenz hier = 270°; 2 Mal 270° aber = 540, und 540 − 360 = 180°, davon der Sinus = 0, welcher Werth dieß dritte Verſchwinden der Variation bedingt); wogegen nun letzterer, indem er der Syzygie

am größten ſeyn) kann, wo die Urſache aufhört zu wirken (wo dem bisherigen Wirkungsreſultate eine weitere Vermehrung nicht mehr hinzukommen kann).

* Der Ausdruck für die Variation (wie man mit Bezug auf die vorangehende, hierher verweiſende Anmerkung auch ſagen könnte), „ſie ſey = 39′ sin 2 d," iſt ein Beobachtungs-Reſultat. In der erſten Quadratur findet ſich aber der Abſtand des Mondes von der Sonne (die Längendifferenz d) = 90°, von deren Doppeltem (2 . 90° = 180°) der Sinus = 0 iſt, ſo daß dieſe Ungleichheit alſo, wie ich oben ſage, hier verſchwindet, demgemäß „der „nicht variirte" (der mittlere) und der „variirte" (der wahre) Mond in der That in der Quadratur zuſammen ſind.

* Die Formel: Variation = 39′ sin 2 d, zeigt es abermals, indem d hier alſo = 135°, und 2 d daher = (2 . 135 =) 270°, wovon der Sinus in der That = − 1.

** d iſt hier nämlich = den angegebenen 225°, deren Doppeltes = 450, welche, wenn 360° abgezogen worden, 90° laſſen, davon der Sinus = + 1.

*** Ich bitte, „Quadratur" und „Quadrant" nicht mit einander zu verwechſeln; die Mondbahn, wie jeder Kreis (jede 360°), zerfällt in vier „Quadranten" (4 Mal 90°); der Mond kommt aber in dieſer Bahn nur zwei Mal in „Quadratur" mit der Sonne (erſtes und letztes Viertel).

der Conjunction in S zueilt, ſeine Geſchwindigkeit vermehrt, demgemäß, ebenfalls nach derſelben Weiſe, in D, dem vierten Octanten, bei 315° Längenverſchiedenheit zwiſchen Mond und Sonne, ein viertes und letztes Maximum der Variation, in der darauf folgenden Conjunction S aber eben ſo ein viertes und letztes Verſchwinden derſelben Statt hat,* und worauf denn der Cyklus dieſer Variations-Erſcheinungen in derſelben Ordnung wiederkehrt.

Man ſieht hieraus, um nun zu reſumiren, daß die „Variation," der Urſache nach, von dem anziehenden (und dadurch perturbirenden) Sonneneinfluſſe auf den Mondlauf abhängt, und in der Art ihres Auftretens durch die angeführte Gleichung: Variation = 39′ . sin 2 d = Constans . sin 2 der Differenz zwiſchen den mittleren Längen von Mond und Sonne, ausgedrückt wird. Der Natur jener Urſache gemäß, muß die dadurch veranlaßte Geſchwindigkeits-Vermehrung ſelbſt zwar natürlich ſchon in den Syzygien, wo der Mond auf die Sonne (die Syzygienlinie) zueilt, alſo in der Conjunction und Oppoſition am größten ſeyn; aber die ſtärkſte Wirkung davon kann, wie ich zur Beſeitigung des ſich hierbei darſtellenden, ſcheinbaren Widerſpruches auch gleich bevorwortet habe, für die Beobachtung erſt, nachdem die Urſache eine Zeit lang thätig geweſen iſt, bemerklich werden; — und dieß geſchieht, wie ich ſodann, gemäß der Formel, nach ihrem ausſchließenden ſteten Bezuge auf die gedachte Längenverſchiedenheit auch gezeigt habe, in den Octanten.** Im erſten und dritten derſelben iſt alſo, dem Vorgange gemäß, der wahre Mond W (vergl. nochmals die Figur 3 der Tafel XXII) dem mittleren (dem „Tafel"-) Monde M voraus; und der Betrag der „Variation" muß alſo hier der in den Tafeln angeſetzten mittleren Länge hinzugefügt werden, wenn die Beobachtung des wirklichen Himmels-Mondortes mit jenem berechneten mittleren übereinſtimmen ſoll (dieſer Betrag iſt hier additiv); im zweiten und vierten Octanten dagegen wird (vgl. wieder die Figur, in welcher nun gegentheils M dem W voraus iſt) die Variation vielmehr negativ; — und in den Quadraturen und Syzygien endlich findet ſie ſich (Alles, wie ich es vorn rechnend ſpeciell gezeigt habe) = 0 (ſie verſchwindet hier).

Dieß iſt die Theorie der unter dem Namen der „Variation" ſo bekannten Mondungleichheit; einiges eigenes Nachdenken wird beim Studium dieſer Theorie, in deren Entwicklung ich nicht ohne Abſicht ſo ausführlich geweſen bin, wie geſagt, freilich noch erforderlich ſeyn; allein da auf ihre Veranlaſſung zugleich die Hauptprincipe aller übrigen Mondsſtörungen zur Sprache haben kommen können, ſo mag man dieſe Mühe nicht eben bereuen.

Außerdem habe ich hinſichtlich der Geſchichte dieſer Mondungleichheit den Umſtand zu bemerken, daß man ſeit einigen Jahren den eigentlichen Entdecker der Variation, für welchen ſonſt allgemein Tycho Brahe gehalten worden iſt, in der Perſon des Arabiſchen Aſtronomen Abul Wefa kennen gelernt hat, der um 980, alſo über 600 Jahre vor dem 1601 verſtorbenen Däniſchen Aſtronomen, zu Bagdad beobachtete, und deſſen Manuſcripte auf der König-

* Im vierten Octanten iſt die Längen-Differenz (d) von Mond und Sonne = 315°, deren Doppeltes = 630, nach Abzuge der 360, 270° läßt, davon der Sinus, wie beim zweiten Octanten, — 1.

In der dann folgenden Conjunction aber findet ſich jene Differenz = 0, alſo sin 2 d auch = 0, daher die Variation hier wieder verſchwindet.

** Hier nämlich wird (vgl. oben) die Geſchwindigkeit des wahren (des „variirten") Mondes der Geſchwindigkeit des mittleren (des nicht „variirten") gleich; — ich kann aber nicht genug wiederholen, daß der größte Abſtand zwiſchen beiden (das Maximum der Variation) eben daſelbſt eintritt, wo ſich dieſe Gleichheit einſtellt, indem der gegenſeitige Abſtand natürlich nur ſo lange wachſen kann, als die eine oder die andere der Geſchwindigkeiten vorherrſcht.

lichen Bibliothek zu Paris aufbewahrt werden, in denen der Franzöſiſche Gelehrte Sedillot („Nouvelles recherches sur l'histoire de l'Astronomie chez les Arabes“ im „Journal Asiatique“ für 1836) den Beweis hiefür gefunden hat.

Diejenigen Leſer aber — um auch noch einige literariſche Notizen hinzuzufügen — denen dieſe meine Darſtellung der Mondungleichheit der „Variation,“ aller darauf verwendeten Sorgfalt unerachtet, doch noch nicht genügend erſcheinen ſollte, verweiſe ich ſchließlich auf Lalande: „Astronomie.“ Livre XXII. „Des inégalités par l'Attraction.“ — womit man verbinden kann den ausgezeichneten, nur für meinen Zweck zu viel Calcül enthaltenden Vortrag in des Leipziger Aſtronomen Möbius „Mechanik des Himmels.“ Lpzg. 1843. gr. 8. Seite 165 flgd.: „Von den vorzüglichſten Störungen des Mondlaufes, insbeſondere von der Variation.“

Venus; Venus; *Vénus;* der Morgen- und Abendſtern; Phosphorus (Lucifer) und Hesperus (Vesper oder Vesperus). Dieſen Namen führt derjenige Planet, der meinen Leſern als der hellſte und glänzendſte aller Sterne, welche unſern Nachthimmel ſchmücken, bekannt iſt. Von dem Lichte der Fixſterne (vergl. d. Art. S. 540) unterſcheidet ſich aber, wie ich gleich hervorhebe, das Licht der Venus, dieſer Helligkeit und dieſes vortrefflichen Glanzes unerachtet, doch noch dadurch, daß es nicht wie jenes funkelt, ſondern ruhig erſcheint; hierdurch und durch die tägliche Ortsveränderung zwiſchen denſelben (den fixen Sternen) hat ſich Venus ſchon den älteſten Beobachtern als ein mit jenen nicht zu verwechſelndes Geſtirn, als ein Irrſtern, als ein „Planet,“ welchen Charakter ich ihr deßhalb auch gleich beigelegt habe, ankündigen können.*

Venus entfernt ſich, wie die Beobachtung lehrte, nie über 48 Grad, weſtlich oder öſtlich, von der Sonne, und geht ihr daher in dieſer Entfernung entweder des Morgens beim Aufgange voran, oder folgt ihr in derſelben Entfernung beim Untergange nach, welchen reſpectiven Stellungen gegen das Tagesgeſtirn ſie eben die obigen Namen des Morgen- oder Abendſterns verdankt. Dieſe Beſchaffenheit ihres ſcheinbaren Laufes ſoll, wie Plinius H. n. II. 8. („Praeveniens quippe Solem, et ante matutinum exoriens, *Luciferi* nomen accipit, ut Sol alter, diem maturans; contra ab occasu refulgens nuncupatur *Vesper*, ut prorogans lucem, vicemque Lunae reddens. Quam naturam ejus *Pythagoras* Samius primus deprehendit, Olympiade circiter XLII qui fuit urbis Romae CXLII.“) erzählt, Pythagoras entdeckt haben; allein die Identität des Morgen- und Abendſterns war ein zu nahe liegender Gedanke, als daß man ihn nicht ſchon früheren Himmelsbeobachtern vor Pythagoras beimeſſen dürfte.

Wenn Venus in jener größten Entfernung (Elongation, vergl. d. Art.) weſtlich von der Sonne ſteht und demnach als Morgenſtern am längſten ſichtbar iſt, ſo geht ſie alsdann rechtläufig zur Sonne, und kommt nachher mit derſelben in die obere Conjunction; um dieſe Zeit iſt ihr ſcheinbarer Lauf am ſchnellſten.* Sie ſetzt denſel-

* Für uns, welche wir die Venus ſchon ſo beſtimmt als „Planeten“ kennen, erſcheint dieſe Bezeichnung ihrer Unterſcheidungsmerkmale von den Fixſternen freilich ganz überflüſſig; ich will mich aber gerade bei dieſem Geſtirn einmal recht abſichtlich auf den Standpunct der früheſten Himmelsbeobachter ſtellen, indem daſſelbe, ſeines vorzüglichen Glanzes wegen, von den Alten wahrſcheinlich zuerſt vor den Fixſternen ausgezeichnet worden iſt. Homer wenigſtens redet, wie meinen gelehrteren Leſern bekannt ſeyn muß, in dieſem Sinne nur von der Venus.

* Der Lauf der Venus, um dieß aus der Copernikaniſchen Planetentheorie, welche ich, bevorworteter maßen, auf dieſen Planeten erſt nachher anwenden wollte, zu anticipiren, combinirt ſich hier nämlich (vergl. Stationair, wo ich ausführlicher über die Sache handle, S. 502) dergeſtalt mit dem Laufe der Erde, daß die geocentriſche „Erſcheinung“ in dieſer Art ausfallen muß.

ben ſodann, nun Abendſtern werdend, auf der Oſtſeite der Sonne mit abnehmender („geocentriſcher") Geſchwindigkeit fort, bis ſie nun die größte öſtliche Elongation erreicht und als Abendſtern am längſten ſichtbar bleibt. Hier erſcheint ſie eine Zeit lang ſtationair (vergl. wieder d. Art.), wird dann rückläufig, und gelangt mit neuerdings wachſender („geocentriſcher") Geſchwindigkeit zur untern Conjunction mit der Sonne (über deren Scheibe man ſie alsdann — ſ. Durchgänge — zuweilen als einen ſchwarzen Flecken von Morgen gegen Abend, nämlich „rückläufig" wegziehen ſieht). Sie tritt demnächſt auf die Weſtſeite der Sonne, wird damit Morgenſtern, und entfernt ſich von ihr mit abnehmender Geſchwindigkeit immer weiter, bis ſie in der wieder erreichten größten weſtlichen Elongation erſt abermals ſtationair und ſodann auch abermals rechtläufig erſcheint. Einen dergleichen (bezogen auf die untere Conjunction, „ſynodiſchen") Umlauf vollendet Venus, demnach als beſtändige Begleiterin der Sonne, in (ſ. hinten) 584 Tagen. Ueber die damit verbundenen, denen des Mondes ähnelnden Veränderungen ihrer Lichtgeſtalt, von welchen man ſich nach der Natur des Vorganges ohnedieß leicht eine Vorſtellung macht, habe ich mich ausführlicher im Art. Phaſen, S. 314, erklärt,* komme indeß (vgl. auch die Anm.) noch hinten darauf zurück.

Schon die alten Aſtronomen, auf deren Standpuncte wir uns alſo, meinem dießmaligen Vortragsplane gemäß, noch befinden, haben hieraus richtig geſchloſſen, daß Venus die Sonne beſtändig umlaufe; ſie ließen aber dabei (ſ. Weltſyſtem, Ptolemäiſches) die letztere in dieſer ihrer ſteten Begleitung durch den Planeten zugleich um die Erde gehen, und erklärten die ſich dabei veroffenbarenden, oben beſchriebenen „Rückläufigkeiten" und „Stillſtände" deſſelben durch die Epicykel (vergl. d. Art.). Das Gezwungene dieſer Hypotheſe bei allem ihrem ſonſtigen Scharfſinne mußte indeß endlich doch zu einem tieferen Nachdenken über die eigentliche Art des Vorganges anregen; und ſomit iſt es denn der jetzigen Aſtronomie, zu deren Aufklärungen ich erſt nunmehr übergehe, geglückt, mittelſt derjenigen Schlüſſe und Methoden, von denen ich namentlich in den Artikeln Weltſyſtem, Copernikaniſches, und Kepler's Regeln eine Ueberſicht gewähre, das wahre Sachverhältniß anzugeben.

Nach ihren Ermittlungen iſt Venus einer von den ſogenannten unteren Planeten, d. h. deren Bahnen um die Sonne von der Erdbahn umſchloſſen werden, und zwar der zweite von der Sonne ab, um welche Mercur bekanntlich die erſte nächſte, innerſte Bahn beſchreibt. Die immer weiter getriebene Verfeinerung jener Methoden hat es aber zugleich möglich gemacht, die Elemente (vergl. d. Art.) der Bahn, welche Venus ſolchergeſtalt um die Sonne beſchreibt, und einige verwandte Data mit der äußerſten Genauigkeit zu beſtimmen, und ich laſſe dieſelben hier nach derjenigen Berechnung folgen, welche Hanſen, der zeitige Director der Sternwarte Seeberg bei Gotha, darüber in des Altonaer Aſtronomen Schumacher „Aſtronomiſches Jahrbuch für 1837." Stuttgart. 1837. 8. S. 88 und 89 mittheilt. Es beläuft ſich nämlich danach:

Die mittlere Entfernung der Venus von der Sonne auf 0,7233317 Theile der Entfernung der Erde von der Sonne, oder 15 Millionen geographiſche Meilen.

Ihre ſideriſche Umlaufszeit beträgt $224,^{d}\,70078$ oder 224 Tage $16^{h}\ 49'\ 7''$, ihre tropiſche Umlaufszeit $224,^{d}\,69543$ oder $224^{d}\ 16^{h}\ 41'\ 25''$, und ihre ſynodiſche Umlaufszeit 1 Julianiſches Jahr und 218 Tage 16 Stunden. Ein Julianiſches Jahr iſt 365 Tage 6 Stunden lang.

Die mittlere Länge der Venus (Epoche) war 1800 Jan. 1. 0^{h} M. Pariſer Zeit (d. h. im mittleren Pariſer Mit-

* Da Venus, wie ich ebenfalls anticipirend bemerke, innerhalb der Erdbahn um die Sonne läuft, ſo muß ſie ihre, der letzteren zugewendete (erleuchtete) Hälfte bald ganz, bald nur zum Theile gegen die Erde kehren, oder uns auch die dunkle Seite zeigen, und alſo, wie der Mond, neu, ſichelförmig, voll u. ſ. w. erſcheinen.

tage am erſten Januar des genannten Jahrs) 146° 44′ 55″,8.

Ihre mittlere tägliche Bewegung iſt 1° 36′ 7″,8.

Die Länge ihres Perihels war zur ſelben Zeit 128° 43′ 6″; die jährliche Bewegung der Apſidenlinie beträgt 3″,24 von Oſten nach Weſten, deren tropiſche Bewegung daher 46″,98 von Weſten nach Oſten iſt.

Die Excentricität der Venusbahn war zur ſelben Zeit in Theilen der halben großen Axe 0,00686182, und ſie vermindert ſich in hundert Jahren um 0,0001088.

Die größte Mittelpunctsgleichung iſt daher gleich 47′ 10″,8, und dieſe vermindert ſich jährlich um 0″,449.

Die Neigung der Venusbahn gegen die Ekliptik betrug zur ſelben Zeit 3° 23′ 28″,5, und nimmt jährlich um 0″,072 zu.

Die Länge des aufſteigenden Knotens auf der Ekliptik war 74° 51′ 41″; die Knotenlinie bewegt ſich jährlich 20″,50 von Oſten nach Weſten, die jährliche tropiſche Bewegung iſt alſo 29″,72 in entgegengeſetzter Richtung.

Die Neigung der Bahn gegen den Erdäquator war zur ſelben Zeit 24° 33′ 21″, und die Länge des aufſteigenden Knotens 7° 53′ 56″.

Die Maſſe der Venus beträgt $^1/_{401847}$ der Sonnenmaſſe.

Der ſcheinbare Durchmeſſer der Venus iſt in der mittlern Entfernung dieſes Planeten 16″,9. In den untern Conjunctionen wächſt derſelbe (vergl. hinten) bis 62″, und in den oberen Conjunctionen nimmt er ab bis 9″,5.

Der wahre Durchmeſſer der Venus beträgt 0,985 des Erddurchmeſſers, oder 1694 geographiſche Meilen;* ihr körperlicher Inhalt iſt 0,957, und ihre Dichtigkeit 0,923 in Vergleichung zur Erde.

* Einer Verſchiedenheit zwiſchen dem polaren und äquatorealen Durchmeſſer (einer „Abplattung“) der Venus erwähnt Hanſen dabei nicht; die wirkliche Meſſung ſcheint einen ſolchen Unterſchied nicht erkennen zu laſſen; und was darüber im betreffenden Artikel nach dem Münchener Aſtronomen Gruithuiſen beigebracht iſt, beruhet nur auf theoretiſchen Betrachtungen.

Ein Körper, welcher auf der Erde Ein Pfund wiegt, wiegt auf der Venus 0,91 Pfund.

Das aſtronomiſche Zeichen dieſes Planeten endlich iſt ♀.

Auf eine nähere Erklärung des eigentlichen Sinnes aller dieſer verſchiedenen Beſtimmungen laſſe ich mich hier übrigens nicht weiter ein, da ich eine ſolche Erklärung wiederholentlich und beſonders nur erſt im kurz vorangehenden Artikel Uranus beigebracht habe, und die Sache ſelbſt natürlich für alle Planeten dieſelbe bleibt. In Bezug der Entfernungs-Verhältniſſe, rückſichtlich welcher dabei nur von der Sonne die Rede iſt, füge ich jedoch vervollſtändigend hinzu, daß der größte Abſtand der Venus von der Erde dagegen, wenn ſie in der obern Conjunction (alſo jenſeit der Sonne) und zugleich mit der Erde in der Sonnenferne ſteht, 35000000 Meilen, der kleinſte aber (Venus in der untern Conjunction und Sonnenferne; die Erde in der Sonnennähe) nur 5000000 Meilen* beträgt, ſo daß ſie uns näher als irgend ein anderer Planet kommt, indem unſer zweiter Nachbarplanet Mars (S. 70) unter den günſtigſten Umſtänden (Oppoſition in der Sonnennähe, und die Erde in der Sonnenferne) doch noch über 7000000 Meilen von uns entfernt bleibt. — Jene kleinſte Entfernung (5) der Venus von der Erde ver-

* Auf welche Art dieſelbe mit der größten Präciſion ermittelt wird, habe ich im Artikel Durchgang, S. 234 flgd., gezeigt; die Entfernung der 15000000 Meilen von der Sonne ließ ſich aber durch die dritte Kepler'ſche Regel (vergl. den Art.) beſtimmen. Alſo ſteht Venus in der oberen Conjunction (hinter der Sonne) 2 . 15000000 = 30000000 Meilen weiter, als in der untern Conjunction, d. h. ſie ſteht dort 30000000+5000000=35000000 Meilen, wie ich oben ſage, von der Erde ab. Auf die Nebenbedingungen der Sonnenferne und Sonnennähe habe ich, ihrer geringeren Bedeutung wegen, dabei keine Rückſicht zu nehmen gebraucht.

hält ſich zur größten (35) = 1 : 7, daher auch der ſcheinbare Durchmeſſer dieſes Planeten, der ſich, wie vorläufig und mit Verweiſung wegen des Näheren hierher ſchon vorn bemerkt worden iſt, in der oberen Conjunction nur 9″ groß zeigt, in der untern Conjunction dagegen im ſelbigen Verhältniſſe größer, nämlich = 63″ (1 : 7 = 9 : 63) gefunden wird, welches zugleich eine ſchöne Beſtätigung der vorſtehenden Entfernungs-Angaben gewährt.*

Daß Venus, deren phyſiſche Beſchaffenheit wir nun betrachten wollen, unſerem Planeten Erde an Volumen und Dichtigkeit überaus ähnlich iſt, werden meine Leſer gleich oben bemerkt haben: für die, wenigſtens ſehr nahe Gleichheit der letzteren ſprach aber ſchon das, im Art. Planeten S. 319 angeführte allgemeine Gleichheitsgeſetz dieſer Dichtigkeit der ganzen erſten (alſo Mercur, „Venus,“ Erde und Mars enthaltenden) Gruppe; und dieſelbe Analogie hätte vielleicht auch bei andern Schlüſſen über die Naturbeſchaffenheit dieſes Planeten und die dahin gehörigen übrigen Bedingungen, namentlich über die Dauer ſeiner Axendrehung, leitend werden können. Indeß haben die Aſtronomen doch gewünſcht, ſich darüber auch durch directe Beobachtung von Flecken auf der Venusoberfläche, wie z. B. beim Mars (S. 72), zu belehren. Allein die gleich Eingangs hervorgehobene große Lebhaftigkeit des Glanzes der Venus** und der Umſtand, daß dieſer Planet, ſeiner angegebenen geringen Elongation wegen, immer nur kurze Zeit vor Sonnenaufgange und nach Sonnenuntergange, und alſo nie ſehr hoch über dem Horizonte gut* wahrgenommen werden kann, erſchweren die Beobachtungen ungemein. Gleichwohl war ſchon dem uns vielfach bekannt gewordenen Franzöſiſchen Aſtronomen Caſſini dem Aelteren (Jean Dominique)** im Jahre 1661 eine ſolche Flecken-Beobachtung auf der Venusſcheibe geglückt, und Er hatte daraus eine Rotationsdauer dieſes Planeten von 24 Stunden geſchloſſen. Allein Bianchini (Haus-Prälat Pabſts Innocenz XIII. und eifriger Liebhaber der Aſtronomie, geſt. 1729) behauptete („Hesperi et Phosphori nova phaenomena.“ Romae. 1728. Fol.) dagegen, auf Grund ſorgfältiger, zu Rom, in der heiteren Luft Italiens angeſtellten Beobachtungen, eine ſolche Dauer von 24 Tagen; und der Streit darüber,*** wiewohl ſich alle Analogie für Caſſini erklärte, hat an 150 Jahre gedauert, bis neuere Beobachtungen von Schröter (dem Lilienthaler Aſtronomen): „Aphroditographiſche Fragmente zur genaueren Kenntniß der Venus.“ Helmſtädt. 1796. 4. m. Kpfrn. —, beſonders aber unſeres fleißigen Dorpat'er Himmelsbeobachters Mädler (ich komme gleich näher auf ſeine Anſicht): „Beiträge zur phyſiſchen Kenntniß der himmliſchen Körper unſeres Sonnenſyſtems.“ Weimar. 1841. 4.† Caſſini's Be-

* Die ſcheinbaren Größen eines Gegenſtandes, namentlich eines Geſtirns, verhalten ſich nämlich (vergl. Größe, ſcheinbare, S. 727) umgekehrt wie die Entfernungen; und wenn Venus alſo in ihrer geringſten Entfernung von der Erde einen 7 Mal größeren Durchmeſſer, als in der weiteſten zeigt, ſo muß letztere auch 7 Mal größer, als die erſtere ſeyn.

** Dieſelbe wird, wie ich in meinen Notizen finde, neben der großen Nähe der Sonne, vielen felſigen, das Sonnenlicht beſonders ſtark reflectirenden Venusbergen (ſ. hinten) zugeſchrieben.

* „Gut.“ Die doch immer ſchwächeren Beobachtungen der Venus am Tage (vgl. Phaſen, S. 314) ſchließe ich hier nämlich aus; — es wird unter einem andern Geſichtspuncte hinten die Rede davon ſeyn.

** Vorn, S. 218.

*** Ich finde in meinen Notizen, daß die Petersburger Akademie zur Schlichtung deſſelben, mittelſt neuer Beobachtungen, im Laufe des vorigen Jahrhunderts zweimal Preiſe ausgeſetzt, aber keine Abhandlung erhalten hat.

† In dieſer Schrift, S. 133, weist Mädler auch die wahrſcheinliche Veranlaſſung dieſes Widerſpruches zwiſchen den Reſultaten der Beobachtungen beider Aſtronomen, welcher ſonſt das Mißtrauen der Leſer erregen könnte, aus der Schwie-

hauptungen beſtätigten, indem ſie die Axendrehung (den *Tag*) der Venus = $23^{h}\,21'$, alſo ſehr nahe wie Caſſini und ziemlich = unſerem Tage ergaben. Beide Beobachter haben aber dabei nicht nach „Flecken," die ſich, wie geſagt, auf der ſtets durchgängig gleich glänzenden Venusſcheibe ungemein ſchwer auffinden laſſen, geſucht, ſondern ihre Aufmerkſamkeit vielmehr auf die veränderliche Geſtalt der *Hörnerſpitzen* dieſes Planeten gerichtet, über welchen Gebrauch der *Phaſen*, auf die ich hier ohnedieß nochmals zurückkommen wollte, gleichwie über die ganze Sache, ich ſchon früher einmal im *Stuttgarter Morgenblatte* eine Erklärung mit Bezug auf *Mädler's* genannte Schrift abgegeben habe, die ich nunmehr hier folgen laſſe:

„Da Venus nämlich die Sonne, wie geſagt, *innerhalb* der Erdbahn umläuft, ſo muß dieſer Planet *Phaſen* zeigen; es leuchtet, um dabei ſtehen zu bleiben, augenblicklich ein, daß derſelbe, kurz *ehe* er *zwiſchen* Sonne und Erde tritt (untere Conjunction), wo er uns alſo, wie der Neumond, ſeine ganze *dunkle* Halbkugel zuwendet, gleichwie bald *nachher ſichelförmig* erſcheinen muß. Man ſieht alsdann die Hörnerſpitzen dieſer lichten Sichel wie beim Monde; und da ſich dabei ein *elliptiſcher* und ein *Kreisbogen* (die ſchief geſehene Erleuchtungsgränze und der Kreisumfang der ſcheinbaren Planetenſcheibe) begegnen, ſo laufen dieſe Hörnerſpitzen *meiſtens* ſehr zart aus.

Iſt nun aber die Oberfläche der Venus, wie man es (vergl. hinten) aller Analogie nach vermuthen muß, gleich denen der Erde, des Mondes u. ſ. w., auch nicht unbedingt eben, ſondern mit Berg und Thal bedeckt, ſo wird ſich dieß durch Abweichungen der Lichtgränze von der rein elliptiſchen Geſtalt offenbaren; dieſe Lichtgränze wird hier und da *ausgezackt*, nach Art der Mondlichtgränze erſcheinen; und je nachdem die Hornſpitzen nun mit einem ſolchen *Zacken* (*Venusberge*) oder aber mit einem *Einſchnitte* (*Thale*) zuſammentreffen, werden ſie entweder eine ſpitzere oder ſtumpfere, jedoch immer eine *abſonderliche* Geſtalt zeigen. Die Rotation der Venus aber vorausgeſetzt, ſo rückt, ihr zufolge, ein ſolcher Berg oder ein ſolches Thal aus der Erleuchtungs- (Sichel-) Gränze, deren Hörnerſpitzen nun ſogleich wieder die regelmäßige Geſtalt annehmen, weg, dreht ſich mit der Planetenkugel um die Achſe, und kehrt nach einer vollen Rotation wieder zur Stelle der Hornſpitze zurück, deren zuerſt beobachtete abſonderliche Geſtalt ſich damit jetzt auch wieder herſtellt. Abgeſehen demnach von den indeß zugleich vorgehenden Aenderungen in den Stellungen der Venus gegen Erde und Sonne, wovon der Einfluß in Rechnung gezogen werden kann, läßt ſich aus der Wiederkehr einer ſolchen abweichenden Horngeſtalt (wofern ſie nur genau genug zu beobachten iſt) offenbar auf die Rotationsperiode der Venus ſchließen; was wir beim *Mars* durch Beobachtung der Wiederkehr eines Flecks zur nämlichen Stelle auf der Planetenkugel erreichten, bewirken wir hier durch Beobachtung des Wiedereintrittes einer und derſelben auffallenden Horngeſtalt.

Unter dieſen Umſtänden hat nun *Mädler* die Venus neuerdings äußerſt ſorgfältigen Beobachtungen unterworfen, und theilt uns zwei ſolche Beobachtungsreihen mit. Bei ſeiner großen aſtronomiſchen Gewiſſenhaftigkeit legt er zwar der daraus abgeleiteten Rotationsperiode noch keine *vollkommene* Sicherheit bei; allein er bemerkte doch, ſo weit bei ſo delikaten Beobachtungen darauf zu bauen iſt, mehrmals nach Ablauf einer Caſſiniſchen Periode (wie erwähnt: 23 *Stunden* 21 Minuten) eine Wiederkehr derſelben Horngeſtalt; beſonders aber ſprach wenigſtens die verhältnißmäßig, oft ſchon in zehn bis fünfzehn Minuten bemerkbare Geſtaltsveränderung der Hornſpitzen beſtimmt gegen die Bianchiniſche Periode von 24 *Tagen*. „Die Freunde aſtronomiſcher Conjecturen," ſetzt er aber hinzu, „werden zwar wohl meinen, daß man ſich viel zu viel Mühe um dieſe Streitfrage gebe und ſich nach der ſo nahe liegenden Analogie von *Mercur*, *Erde* und *Mars* (die ja doch alle drei in

rigkeit, die Identität der Flecken zu conſtatiren, genügend nach. Für *Caſſini* ſpricht, um es nochmals hervorzuheben, beſonders noch, neben *Schröter*, am allerſtärkſten die *Analogie*.

beinahe 24 Stunden rotiren, und alſo ein Zwiſchenglied von *vierundzwanzigtägiger* Rotation geradezu auszuſchließen ſcheinen) viel raſcher für Caſſini habe entſcheiden können. Allein wer den Entwicklungsgang unſerer aſtronomiſchen Kenntniſſe mit Aufmerkſamkeit verfolgt und als Selbſtbeobachter fähig iſt, die Beobachtungen Anderer zu würdigen, wird mit bloß analogiſchen Schlüſſen ſehr behutſam ſeyn.* *Unwahrſcheinlich* iſt Bianchinis Reſultat allerdings, unmöglich aber gar nicht. Die Natur liebt es nicht, ſich ſelber zu kopiren; ſie iſt reich genug, Individuen zu erſchaffen, und weiß trotzdem Einheit in der Mannigfaltigkeit zu bewahren.“ Bedenkt man indeß dagegen, daß, wenn Bianchinis Rotationsperiode von 24 *Tagen* richtig wäre, das Venus*jahr*, welches bekanntlich etwa 224 unſerer Tage lang iſt, nur 9 bis 10 ſolcher Venustage enthalten, und dieſer Planet, abgeſehen von andern daraus hervorgehenden Anomalien, ſchon deßwegen aus der Reihe *aller* andern Planeten heraustreten würde; ſo wird man wohl weiter keinen Anſtand finden, ſich für die, durch Mädlers Beobachtungen wenigſtens immer wahrſcheinlicher gemachte Rotationsperiode von etwa 24 *Stunden* zu erklären.

Bei der voranſtehenden Behauptung über das Vorhandenſeyn von *Bergen* (ich habe derſelben vorläufig ſchon vorn, mit Verweiſung wegen des Näheren hier her, Erwähnung gethan) *und Thälern auf der Venus*, woran freilich ſchon aus bloßen *analogiſchen* Gründen in Betracht der nachgewieſenen übrigen ſo großen Aehnlichkeit dieſes Planeten mit unſerem Planeten Erde kaum gezweifelt werden kann, habe ich mich, was die wirkliche *Beobachtung* betrifft, beſonders auf *Schröters** angeführtes Werk geſtützt. Dieſer Aſtronom nahm (Göttinger gelehrte Anzeig. 1790. Nr. 111) z. B. am 28ſten Decbr. 1789 mit einem Herſchel'ſchen *Spiegel-Teleſkop* (ſ. d. A. S. 474) bei 161maliger Vergrößerung, als Venus eben in der *Quadratur* ſtand, einen Lichtpunct in der *dunkeln* Hälfte der Venusſcheibe wahr, welchen er, nach Analogie des im Art. Mond S. 162 über „Mondberge“ Gelehrten, für den ſchon von der Sonne beleuchteten Gipfel eines *Venusberges* anerkennen mußte. Die Entfernung dieſes Lichtpunctes (dieſes „Berggipfels“) von der, die Venusſcheibe alſo eben halbirenden Erleuchtungs- (der Licht-) Gränze ergab ſich zu 1″,35, der ſcheinbare *Durchmeſſer* der ganzen Scheibe aber gleichzeitig zu 27″, alſo der *Halbmeſſer* = 13,5, davon jene 1,35 demnach $\frac{1}{10}$ ſind. Nun ſetzte *Schröter* bei ſeiner dießfallſigen ferneren Berechnung letzteren *Halbmeſſer* (nahe wie wir oben $\left.\frac{1694}{2}\right)$ = 834 Meilen, davon $\frac{1}{10}$ = 83 Meilen, woraus der Abſtand (DC, Fig. 2, Taf. VI) des Berggipfels (D) vom *Mittelpuncte* (C) der Venus =

$$\left(\sqrt{AC^2 + AD^2}\right) = \sqrt{834^2 + 83^2} = \sqrt{695556 + 6889} = \sqrt{702445} =$$

838, und die Höhe (ED) des Berges über der Venus*oberfläche* = (DC — EC) = 838 — 834 = 4 Meilen kommt,** welche Höhe ſomit die bekannt-

* Dieß ſoll man allerdings im Intereſſe der Wiſſenſchaft ſelbſt, welche bei zu gewagten Hypotheſen nur gefährdet werden kann. Indeß iſt die Analogie in dieſem beſtimmten Falle doch außerordentlich ſtark; und ich finde, daß ſich auch unſer *Mädler* ſchon in einer nur etwas früheren Arbeit: „Ueber die Weltſtellung der Körper unſeres Sonnenſyſtems“ gegen die aus Bianchini's Angaben fließenden Folgerungen erklärt.

* *Mädler* (l. c.) hat die Lichtgränze auf der *Venus*, mit Ausnahme einiger „Einbuchten,“ nicht ſo beſtimmt „ausgezackt“ gefunden, als ich ſie oben nach *Schröter* bezeichne. Wegen der außerordentlichen Schwierigkeit, um ſie nochmals geltend zu machen, von Detail-Beobachtungen auf der glänzenden Venusſcheibe ſcheint mir indeß, bei ſtreitenden Reſultaten des Augenſcheins, demjenigen derſelben der Vorzug zu gebühren, für welches ſich zugleich die Analogie erklärt.

** Im citirten Artikel *Mond*, in der Note der angeführten Seite 162, habe ich das *trigonometriſche* Verfahren dieſer Ermittlung gelehrt; manchen Leſern wird

lich etwann 1 Meile betragende Höhe unſerer Erdberge 4 Mal übertreffen würde. Viele ähnliche Beobachtungen überzeugten den Lilienthaler Aſtronomen außerdem, daß ſich die meiſten und höchſten dieſer Berge, gleichwie auf der Erde, in der *ſüdlichen* Hemiſphäre der *Venus* finden, wo ſie, gleich unſeren Cordilleren, oft Ketten von 200 Meilen Länge bilden, eine Auszeichnung des Südens vor dem Norden, darüber ich mich im beſondern Art. *Norden und Süden, als phyſiſcher Gegenſatz*, welchen merkwürdigen Artikel ich ja zu vergleichen bitte, weitläuftiger erklärt habe.

Wenn aber Venus ſolchergeſtalt mit *Bergen* reichlicher als die Erde ausgeſtattet iſt, ſo ſcheint es ihr hinwiederum an *Waſſer*, wenigſtens in der *irdiſchen* Bedeutung des Wortes zu fehlen, indem deſſen Verdünſtung ſonſt mehr Wolken (wolkenartige Verdichtungen) erzeugen müßte, wogegen wir dieſen Planeten immer in gleicher glänzender Heiterkeit gefunden haben.

Dagegen ſetzen die Beobachtungen, namentlich wieder *Schröter's*, das Vorhandenſeyn einer *Atmoſphäre* auf der Venus außer allen Zweifel, wie dieß aus der wahrgenommenen ſtarken Dämmerung und dem ſtufenweiſen Uebergange des Lichtes der erleuchteten zur dunkeln Halbkugel folgt. Die Höhe dieſer *Atmoſphäre*, wenigſtens bis dahin, wo die Venusluft noch Dichtigkeit genug beſitzt, um das Licht *merklich* zurückzuwerfen und alſo Dämmerungen hervorzubringen, findet *Schröter* nach dem dazu in jenem Art. *Atmotſphäre*, S. 75, gelehrten Verfahren, *etwann* der Höhe der *irdiſchen* Atmoſphäre (im voranſtehenden Sinne) gleich, welches alſo noch eine Aehnlichkeit mehr zwiſchen der Venus und der Erde, oder vielmehr zwiſchen den ſämmtlichen Planeten der ganzen „erſten Gruppe," abgibt.

Um ſo mehr muß daher auffallen, daß die beobachtende Aſtronomie, aller Analogie zuwider, für *Venus* eine von der irdiſchen ganz verſchiedene *Schiefe der Ekliptik* behauptet: ſtatt daß bei *uns* nämlich dieſer Winkel des Aequators mit der Ekliptik 23½°, und die Neigung der *Erd*-Rotationsaxe gegen die Ebene der letztern alſo (das Complement =) 66½° beträgt, ſoll der *Venus*äquator mit der Peripherie der *Venus*bahn um die Sonne vielmehr einen ſolchen Winkel („Schiefe der Ekliptik" für die *Venus*, wie wir uns öfter ſo ausgedrückt haben) von vollen 72° machen, und die Rotationsaxe der *Venus* demnach gegen die Ebene der Venusbahn nur um 18° geneigt ſeyn. Allein da letztere Beſtimmung (vergl. *Rotation*, S. 359) lediglich von Fleckenbeobachtung abhängig iſt, welche, wie geſagt, für *dieſen* Planeten ihre faſt unbeſiegbaren Schwierigkeiten hat, ſo darf man die obige Behauptung in Zweifel ziehen, und der Venus, auf den Grund ſo vieler anderen Aehnlichkeiten, analogiſch auch eine der unſrigen ähnliche „Schiefe der Ekliptik" beilegen.

Noch muß ich einer beſonders räthſelhaften Erſcheinung gedenken, die einige Beobachter, namentlich *Harding*, der mehrjährige Gehülfe unſeres Lilienthaler Aſtronomen *Schröter*, an der Venus wahrgenommen haben, nämlich ein aſchfarbenes Licht in der Nachtſeite* dieſes Planeten, ähnlich demjenigen, welches der vom Lichte der Erde (als Mond des Mondes) beſchienene dunkle Theil des *Mondes* (vergl. d. A. S. 160 und *Mondphaſen*, S. 177) zeigt. Da Venus *keinen Mond*** hat, durch deſſen Be-

indeß die obige Beziehung auf bloße Elementargeometrie angenehmer ſeyn. Jedenfalls muß man die Anweiſung zur leichteſten Beantwortung einer ſonſt immer für ſehr ſchwierig erachteten Frage gut heißen.

* *Mädler*, im citirten Werke S. 139, bemerkt, daß Er dieſe eigenthümliche Beleuchtung der Nachtſeite der Venus nicht zu Geſicht bekommen habe.

** Mehrere Aſtronomen, beſonders *Caſſini der Aeltere* (ſ. oben), wollen zwar einen *Mond* bei der *Venus* geſehen haben; ja, *Lambert* (wir kennen dieſen ausgezeichneten Gelehrten aus d. A. *Kometen*, S. 923) hat ſogar Tafeln für ihn berechnet; — die ſorgfältigſten ſpäteren Beobachtungen aber haben die Unrichtigkeit der Behauptung gezeigt. Aus Gründen der Teleologie darf Venus ſogar keinen Mond haben, welcher *ihr* entbehrlich iſt.

leuchtung dieſe Erſcheinung veranlaßt werden könnte, ſo bleibt Nichts übrig, als dieſelbe einem eigenen Lichtentwicklungsvermögen (einem Wieder-Ausſtrahlen des mächtigen, bei Tage eingeſogenen Sonnenlichtes) beizumeſſen. Ich habe am Jupiter (S. 832) ein, dort freilich aus andern Urſachen herrührendes, ſonſt aber ähnliches, „eigenes Lichtentwicklungsvermögen“ nachgewieſen.

Es gibt Zeiten, zu denen Venus, worauf ich hier ebenfalls beſonders kommen wollte, ſo außerordentlich glänzend iſt, daß man ſie am hellen Tage mit bloßen Augen (mit Fernröhren iſt dieß, angeführtermaßen, immer möglich), wenn auch nicht ganz ſo brillant als bei Nacht, doch hinlänglich wahrnimmt. Lalande („Astronomie.“ §. 1197) erzählt einen ſolchen Fall aus dem Jahre 1750, wo ganz Paris darüber in Erſtaunen war; ich finde einen ähnlichen Fall vom 21. Juli (neuen Styls) 1716, wo das Volk zu London ſogar Wunder ſchrie; und ich ſelbſt erinnere mich aus meiner Jugend eines ſolchen. Dieſer Umſtand hat nicht, wie man auf den erſten Blick glauben ſollte, eben dann Statt, wenn ſich Venus in der größten Entfernung von der Sonne (in den Quadraturen) befindet, obwohl ſie dann zur vollen Hälfte beleuchtet und als Abendſtern am ſpäteſten nach, oder als Morgenſtern am früheſten vor der Sonne zu ſehen iſt, demgemäß ihr eigener Glanz alſo zu dieſer Zeit auch am wenigſten von den Strahlen der letzteren beeinträchtiget wird: ſie befindet ſich bei dieſem Stande noch zu weit von der Erde, und die Glanzperiode tritt vielmehr nur erſt etwann (vergl. die Anmerk.) auf dem halben Wege (45°) der Venus von der größten öſtlichen Elongation zur unteren Conjunction („Abendſtern“), und von dieſer zur größten weſtlichen Elongation („Morgenſtern“) ein, wo die uns zugekehrte Venusſcheibe zwar nur zum 4ten Theile (wie der Mond 4 bis 5 Tage nach dem Neumonde) Licht hat, die Entfernung des Planeten von der Erde aber auch ſo viel geringer geworden iſt.*

Mit dieſer intereſſanten Erörterung beende ich meinen Vortrag über die Venus, indem ich ſchließlich nur nochmals wiederhole, daß von den Durchgängen dieſes Planeten durch die (Vorübergängen vor der) Sonnenſcheibe in jenem beſondern Artikel ausführlich gehandelt wird, und daß Leſer, welche ein mehreres Beobachtungs-Detail verlangen, die citir-

* Der Eintritt dieſer größten Glanzperiode der Venus hängt alſo, wie man ſieht, von der doppelten Bedingung der mindeſten Entfernung bei der dafür noch möglichen größten Beleuchtung ab; — „in welchem Verhältniſſe,“ ſo fragt man ſich, „darf die letztere abnehmen, daß dieſer Lichtverluſt durch das gleichzeitige Näherkommen für den Glanz überwogen werde?“ In dieſer Geſtalt gehört die Aufgabe augenſcheinlich in die Theorie „de maximis et minimis;“ und unter dieſem Geſichtspuncte hat ſie auch der uns vielfach bekannt gewordene große Engliſche Aſtronom Halley, der Zeitgenoß Newtons, auf die oben angeführte Veranlaſſung, in den „Phil. Transact.“ Nr. 349, behandelt, und ſolchergeſtalt, ſtatt der von mir nur beiläufig angegebenen 45° Entfernung reſp. von der größten öſtlichen Elongation oder der untern Conjunction, genauer 39°,5 gefunden.

Lalande l. c. macht hierzu noch die Bemerkung, daß, um ganz genau zu ſeyn, dabei eigentlich auch die Wiederkehr von Venus und Erde zu den nämlichen Bahnpuncten in Betracht gezogen werden müſſe, welche Wiederkehr alle 8 Jahre eintrete (indem Venus binnen 8 Jahren = 2920 Tagen, d. h. binnen 8 vollen Erdumläufen, ihrerſeits 13 volle Umläufe von den obigen $224^3/_4$ [$13 . 224^3/_4$ = nahe 2920] Tagen ausführt). Allein dieſe letztere Bedingung ſcheint nicht in aller Strenge nothwendig, da zwiſchen den beiden, voranſtehend von dieſem Aſtronomen ſelbſt angeführten Fällen: 1716 und 1750, doch 34, d. h. 8 . 4 + 2 Jahre liegen (wiewohl ich den Tag der erſten Beobachtung nicht genau angeben kann). Man darf daher annehmen, daß andere Umſtände, z. B. namentlich Luftheiterkeit u. ſ. w., mitwirken, welches auch ſehr wahrſcheinlich iſt.

ten beiden Werke von Schröter und Mädler ſelbſt einzuſehen haben.

Veränderung; Mutatio; *Changement.* In einem alſo überſchriebenen, von unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte aus angeordneten Vortrage wollen wir nähere Betrachtungen über den Wechſel anſtellen, welchem, gleich den Dingen auf der Erde, auch die Himmelskörper nach ihrer Bewegung, ihrer gegenſeitigen Stellung u. ſ. w. u. ſ. w. unterworfen ſind. Man iſt, im Mißbehagen über die Unbeſtändigkeit alles Irdiſchen, geneigt, den Himmels-Einrichtungen dagegen eine abſolute Beſtändigkeit beizulegen, z. B. zu glauben, daß der Anblick des Sternenhimmels, wie uns dieſer Himmel jetzt erſcheint, auch von jeher ganz derſelbe geweſen ſey, und ſtets derſelbe bleiben werde. In wie weit Dieß gegründet ſey, ſollen uns nun eben die folgenden Ueberlegungen lehren; ich werde den hehren Gegenſtand ſeiner Natur nach zwar nicht erſchöpfen können, aber ich werde zu Andeutungen gelangen, welche mit dem verwandten Artikel Stabilitäts-Problem, um deſſen Vergleichung ich bitte, in eine beſtätigende Harmonie zu bringen ſind; und ich werde dabei die Gelegenheit ſolcher Erörterungen wahrnehmen, auf welche wir bei Verfolgung jedes andern Weges vielleicht nicht geführt worden wären.

Sprechen wir zunächſt, im Gegenſatze der „Veränderung," von denjenigen himmliſchen Anordnungen, welche, der Beobachtung und der Theorie gemäß, in der That den Charakter abſoluter Beſtändigkeit an ſich tragen; ſo darf dahin die mittlere (die durchſchnittliche) Umlaufszeit der Planeten um die Sonne, die Dauer ihrer überdieß gleichförmigen Axendrehung (ihres Sterntages) und die Lage ihrer Rotationsaxe in ihnen ſelbſt gerechnet werden. Jene Unveränderlichkeit der Umlaufszeiten erſtens, auf welche ich unten ausführlicher komme, gilt wenigſtens uneingeſchränkt von den Hauptplaneten; in wie weit ſie von den Kometen zu behaupten ſeyn dürfte, wird die Wiſſenſchaft noch nicht zu entſcheiden wagen; — und was die Nebenplaneten angeht, ſo lehrt uns die Beobachtung eine beſtändige Beſchleunigung der mittleren Geſchwindigkeit des Erdmondes kennen, von welcher wir (vgl. auch unten) bis jetzt nur theoretiſch wiſſen, daß ſie einſtmals wieder in eine ſolche Verlangſamung übergehen muß, wodurch ebenfalls ein mittlerer Zuſtand geſichert bleibt. — Die Unveränderlichkeit der Dauer der Rotation und der Gleichförmigkeit der letzteren ſodann iſt für den Planeten Erde außer allen Zweifel geſetzt; mit derſelben Gewißheit kann man annehmen, daß die Axe dieſer Rotation ſtets durch dieſelben Puncte des Erdkörpers gegangen iſt, und daß die Stellen der Pole und des Aequators hinſichtlich der Erdoberfläche alſo gleich unveränderlich ſind;* — auf die übrigen Planeten aber läßt ſich dieſer Satz aus den dafür gleich

* Vergl. d. A. Tag und Unveränderlichkeit ſeiner Dauer. — Die Annahmen der Geologen über eine ſolche Verrückung der Polſtellen auf der Erdoberfläche, wodurch ſie das Verhältniß einer Ur- zur Jetztwelt aufzuklären ſuchen, gehören zwar nicht eigentlich vor das Forum der Aſtronomie; indeß will ich mir in dieſer Beziehung doch die, wenn auch nur hingeworfene Bemerkung erlauben, daß es einer ſolchen Verrückung zu jenen Erklärungen auch gar nicht bedarf: wenn die Rotationsaxe des Erdkörpers, ohne durch andere Pole auf ſeiner Oberfläche zu gehen, nur mit ihm ſelbſt eine ſehr andere Lage in der Ebene der Ekliptik annahm (wenn ſich die „Schiefe" der letzteren bedeutend veränderte); wenn dieſe Axe z. B., wie wir nun eben erſt beim Uranus (vergl. d. Artikel) geſehen haben, erſt ganz oder faſt in der Bahnebene lag, und ſich aus dieſer Lage nun plötzlich zum gegenwärtigen, nahe ſenkrechten Stande ($66^{1}/_{2}{}^{0}$) aufrichtete; ſo läßt ſich ſchon hieraus eine genügende Antwort auf die angedeuteten geologiſchen Zweifel ableiten. — Ich berühre den Gegenſtand auch noch weiter, und bezeichne dieſe Andeutung gleich als eine ſolche, auf welche wir, wie geſagt, vorzugsweis nur im gegenwärtigen Artikel haben geführt werden können.

beizubringenden theoretiſchen Gründen ausdehnen.

Wenn aber, um nun, der Tendenz des gegenwärtigen Vortrages gemäß, die Veränderung ſogleich neben der „Unveränderlichkeit“ hervorzuheben, die Erdaxe ſolchergeſtalt nie durch andere Puncte des Erdkörpers gegangen iſt, und die Lage der Pole und des Aequators auf der Erdoberfläche (die geographiſche Breite, die Polhöhe) alſo den Charakter der Beſtändigkeit behauptet; ſo zeigt ſich dagegen, wie wir aus den Art. Vorrücken der Nachtgleichen* und Wanken der Erdaxe näher abnehmen werden, die Stellung jener Erdaxe (obwohl bei ſteter feſter Verbindung mit dem Erdkörper) gegen den Fixſternhimmel doch keinesweges gleich unveränderlich, indem die Erd-Himmelspole, welche man durch Verlängerung der Axe bis an den Himmel erhält, mit ihr vielmehr in einem vom ſtabil anzunehmenden Pole der Ekliptik überall 23½° abſtehenden Kreiſe umlaufen, und in demſelben von Oſten nach Weſten alljährlich einen Bogen von 50 Secunden beſchreiben, und daher zu andern Fixſternen übergehen. Man wird von dieſer Beweglichkeit der Erdaxe, dieſer „Veränderung“ ihrer Stellung gegen den Himmel, verbunden mit der beſchriebenen Unveränderlichkeit in Bezug auf die Erde, wie der verewigte Wiener Aſtronom Littrow irgendwo vorſchlägt, die beſte Vorſtellung erlangen, wenn man ſich die frei im Weltenraume ſchwebende Erdkugel verſinnlichet, und durch den Mittelpunct derſelben eine, in demſelben unverrückbare „Stange“ eben als die Rotationsaxe annimmt, welche zwar alſo unveränderlich ſtets durch die nämlichen zwei Erdoberflächenpuncte, nämlich die feſten Pole der Erde geht, auf beiden Seiten verlängert bis zum Himmel, aber dort jene Kreisbewegung mit Uebergange zu andern Fixſternen ausführt. Gegenwärtig trifft dieſe Axe („Stange“) ſolchergeſtalt an der Nordſeite verlängert einen Punct des Himmels, der etwann 1° 30′ von dem ſchönen Sterne α am Schwanzende des kleinen Bären entfernt iſt, daher wir dieſen Stern den Polarſtern (vergl. d. Art.) nennen. Während der nächſten drei Jahrhunderte wird ſich die Axe dem gedachten Sterne noch mehr nähern, ohne ihn jedoch je ganz zu erreichen, nachher aber wird ſie wieder weiter von ihm abrücken und zu denjenigen andern Sternen übergehen,* welche ich im ſchon citirten Art. Polarſtern, S. 335, namhaft gemacht habe. Durch dieſe Veränderung der Lage der Erdaxe gegen die Fixſterne muß, der Natur der angeführten, ſie beſonders veranlaſſenden Urſache des Vorrückens der Nachtgleichen gemäß, der „Himmelsanblick,“ wie man gleich einſieht, ſchon ſolche entſprechende Veränderungen erleiden, auf welche ich gleich Eingangs dieſes Artikels hingewieſen habe** und unten in weite-

* Es wird nämlich in dieſem Artikel, aus welchem ich den Umſtand hier anticipire, gezeigt, daß die Anziehungen von Sonne und Mond auf den ſphäroidiſch geſtalteten (den abgeplatteten) Erdkörper als Urſache nothwendig einen ſolchen Umlauf der Rotationsaxe der Erde um die Bahnaxe veranlaſſen muß, wie ich denſelben nach Art des Vorganges im Texte näher bezeichne.

* Auf dieſe Bewegung der Erdaxe in Bezug des Himmels habe ich die, in der vorangehenden Anmerkung angedeutete Idee der Möglichkeit einer bedeutenderen ſolchen Stellungsveränderung zur Erklärung geologiſcher Zweifel, worauf ich hier zurückkommen wollte, begründet. Ich verwahre mich aber dabei noch ganz beſonders, dieſe Idee nur als eine ſehr gewagte Hypotheſe, als einen bloßen Verſuch betrachtet wiſſen zu wollen, dergleichen geologiſche Zweifel ohne die Forderung einer Ortsveränderung der Polſtellen auf der Erdoberfläche ſelbſt, wozu gewöhnlicher Zuflucht genommen wird, zu beſeitigen.

** Bei dem Vorrücken der Nachtgleichen ändern ſich, wie in dieſem Artikel ausführlich gezeigt wird, die gerade Aufſteigung, die Abweichung und Länge der Geſtirne; nur die Breite und alſo auch ihr Complement, d. h. der Abſtand der Geſtirne vom Pole der Ekliptik, bleibt derſelbe; — die gerade Aufſteigung und Länge wachſen dabei ſtets; für die

rer Ausdehnung zurückkommen werde; und die „Veränderung,“ wie ich darthun wollte, ſteht alſo hier der Unveränderlichkeit dicht zur Seite.

Letztere in ihrer nachgewieſenen Geltung von der Stellung der Erdaxe mit Bezug auf den Erdkörper ſelbſt und der Dauer und Gleichförmigkeit der Rotation (des Sterntages) bildet, wie man ohnedieß zugibt und wie wir beſonders auch noch im Art. Aufſteigung, gerade, S. 85, geſehen haben, die Grundlage aller Zuverläßigkeit und Genauigkeit unſerer aſtronomiſchen Beobachtungen. Für die Allgemeinheit des Satzes in ſeiner Ausdehnung auf die übrigen Planeten erklärt ſich aber, worauf ich nun hier zunächſt zurückkommen wollte, die Theorie, indem ſie zeigt, daß die Rotationsaxe der Planeten eine ſogenannte freie Axe, d. h. (Axendrehung, S. 89) eine ſolche iſt, welche bei der rotatoriſchen Bewegung auf keinen ihrer Puncte irgend einen Druck erleidet. Nach den Lehren der Mechanik enthält nämlich jeder Körper, von welcher Geſtalt er auch ſeyn mag, wenigſtens drei ſolche „freie Axen,“ und welche ſich im Schwerpuncte des Körpers unter gegen einander ſenkrechten Richtungen ſchneiden. Für eine vollkommene Kugel ſind alle ihre Durchmeſſer zugleich „freie Axen;“ für ein Sphäroid, wie daſſelbe durch Umdrehung einer Ellipſe um ihre große oder kleine Axe entſteht, geben beide zugleich freie Axen dieſes Körpers ab. Sämmtliche Planeten hatten aber zur Zeit ihrer Entſtehung, ſoweit das Zurückgehen bis auf dieſe Urſprungszeit überhaupt noch in den Bereich unſerer Forſchung gehört, und wo ihre Maſſen noch nicht erhärtet waren, höchſt wahrſchein-

Abweichung gibt es, wie ſchon aus der Unveränderlichkeit der Breite, welche Gränze ſonſt überſchritten werden würde, folgt, einen Punct, wo die Zunahme in Abnahme, und umgekehrt, übergeht.

Wenden wir dieß zur Erklärung des oben vom Polarſtern Behaupteten an. Seine alſo unveränderliche Entfernung vom Pole der Ekliptik beträgt . . . . 23° 55′,
die gleich unveränderliche Entfernung des Weltpols von jenem Pole der Ekliptik aber die obigen . . . 23° 30′,
und der Unterſchied alſo . . „ 25′.

In (der davon auch der Richtung nach ganz verſchiedenen) Abweichung dagegen ſteht der Polarſtern vom Weltpole noch $1^1/_2{}^\circ$ ab, und nähert ſich dem letzteren darin jetzt alljährlich um 19″. Bis zur Coincidenz kann er denſelben aber nie erreichen, indem, wie geſagt, die Breiten, alſo deren Complemente und ſomit die voranſtehende Differenz derſelben von 25 Minuten unveränderlich ſind. Das Wachſen der Abweichung des Polarſterns dauert demnach nur ſo lange fort, bis derſelbe dieſes Abſtandsminimum der 25′ in Breite vom Weltpole erlangt hat, und letzterer entfernt ſich bei der angegebenen Bewegung nun wieder von ihm und rückt anderen Sternen näher. — Dieſe Ausführung ergänzt zugleich das im citirten Art. Polarſtern hierüber Beigebrachte und wird über dieſe Art von Himmels-„Veränderung“ keinen Zweifel übrig laſſen.

Noch auffallender ſodann aber wird durch dieß Vorrücken der Nachtgleichen und die damit eintretende Veränderung der Abweichung der Geſtirne (ihres Abſtandes vom Aequator) der „Himmelsanblick“ allmälig in der Art alterirt, daß ſich die Geſtirne dabei zugleich höher oder niedriger über dem Horizonte der Beobachter zeigen, auch wohl gar nicht mehr über denſelben treten. Daher gehen z. B. gegenwärtig bei uns Geſtirne des nördlichen Himmels unter (ſinken Abends unter den Horizont, gegen den ſie ihre Stellung, der gewachſenen Abweichung wegen, verändert haben), welche nur noch vor einigen Jahrhunderten ſtets über dem Horizonte blieben; und wenn Homer (meine gelehrteren Leſer werden die Stelle ſchon finden) namentlich vom großen Wagen (den 7 bekannten Sternen im Bilde des großen Bären) ſagt: „derſelbe ſinke nie in des Oceans Bad“ (gehe nie unter): ſo neigen ſich dagegen im ſüdlichen Griechenlande jetzt ſchon einige dieſer Sterne unter den nördlichen Horizont.

lich eine der Kugel ſehr nahe kommende Geſtalt; der primitive Stoß, welchem ſie (Bahnen, S. 104) ihre gleichzeitige rotatoriſche (um die Axe) und progreſſive Bewegung (in der Bahn) verdanken, gab ihnen alſo jene Bewegung um eine „freie Axe“ (um einen der urſprünglichen Kugeldurchmeſſer); und durch die ſo entſtandene Axendrehung ſelbſt erhielten die Planeten die ſphäroidiſche, an den Polen abgeplattete Geſtalt, welche wir (ſ. Abplattung) an ihnen beobachten. Indem ſich dieſe Axe, dieſer Kugeldurchmeſſer, dabei aber zur kleinen Axe der Erzeugungs-Ellipſe des Sphäroids verkürzte, blieb ſie, dem Vorausgeſetzten gemäß, nicht weniger „freie Axe;“ und da alle Planeten demnach um eine ſolche freie Axe rotiren, ſo folgt daraus auch die, hier eben für ſie alle darzuthuende Nothwendigkeit unſerer Annahme der Unveränderlichkeit ihrer Rotation und der Lage ihrer Rotationsaxe in ihnen ſelbſt.

Wenn dieſelben jedoch dieſe Art von Unveränderlichkeit zugleich aber eine Abplattung mit dem Erdkörper gemein haben, ſo müſſen ſie freilich auch die, nachgewieſenermaßen, von der letzteren (nämlich von der beſondern Anziehung, welche die Sonne und die Monde auf den „abgeplatteten“ Planeten ausüben) herrührende „Veränderung“ in den Stellungen ihrer Rotationsaxe gegen die Bahnaxe mit unſerem Planeten theilen, und dieß iſt wiederum eine derjenigen Analogien, auf welche ich nur durch den gegenwärtigen Vortrag geführt worden bin. Die Rotationsaxe des Jupiter z. B., will ich ſagen, hat aus den angeführten theoretiſchen Gründen eine eben ſo unveränderliche Lage gegen dieſen Planeten, als die Erdaxe gegen die Erde; ſein Sterntag iſt an ſpecieller Dauer und an Gleichförmigkeit eben ſo unveränderlich, als unſer Sterntag; — aber Jupiter iſt auch (nur in bekanntlich noch ſtärkerem Maße) abgeplattet, gleichwie die Erde; und da das „Vorrücken der Nachtgleichen“ (der Durchſchnittspuncte des Aequators mit der Bahnperipherie) von der Sonnen- und beſonders der Mondwirkung auf die durch die „Abplattung“ verurſachte Sphäricität herrührt: ſo muß ein ſolches „Vorrücken der Nachtgleichen“ des Jupiter und die damit in Verbindung ſtehende Verrückung ſeiner Rotations- gegen die Bahnaxe, kurz eine betreffende ähnliche „Veränderung“ ſo gut für dieſen, gar von vier Monden* umgebenen Planeten, wie für die Erde mit ihrem einen Monde Statt finden. — Dieſe Bemerkung, welche übrigens, wie man gleich einſieht, nicht für den Jupiter allein, ſondern, mutatis mutandis, für alle übrigen Planeten gilt, iſt, ich wiederhole es, neu; ich kann das Sachverhältniß aber nicht im Detail verfolgen, und muß mich begnügen, daſſelbe unter dem hier aufgeſtellten Geſichtspuncte „himmliſcher Veränderungen“ bloß anzudeuten.

Eine gleiche Unveränderlichkeit, als ſomit von der rotatoriſchen Bewegung der Planeten dargethan iſt, hat, wie ich hiernächſt ebenfalls genauer nachweiſen wollte, auch für die progreſſive Bewegung dieſer Weltkörper in der Bahn Statt; nach allen theoretiſchen Berechnungen und allen praktiſchen Beobachtungen ſind die („mittleren“) ſideriſchen Umlaufsperioden der Planeten conſtant (für alle Zeiten unveränderlich), und die „Veränderung,“ im Gegenſatze dieſer Unveränderlichkeit, offenbart ſich hier nur in kleinen Schwankungen um einen ſolchen Mittelwerth, welcher ſtets ſogleich wieder das feſte Geſetz abgibt.** Nun verhalten ſich aber nach der dritten Kepler'ſchen Regel (S. 911) die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der großen Bahn-

* Von der andern Lage der Bahnen dieſer Monde gegen den Hauptplaneten, welche mir gelehrtere Leſer einwenden könnten, ſehe ich hierbei ab; es kann daraus wohl eine Modification, nicht aber eine völlige Aufhebung des Vorganges entſpringen.

** Himmelsmechanik, S. 777. Lagrange: „Les grands axes sont invariables, *abstraction faite des inégalités périodiques.*“ — Ich bitte um Vergleichung der ganzen Stelle, gleichwie ich eine ſolche anderweite Vergleichung des Artikels Stabilitäts-Problem ſchon Eingangs des gegenwärtigen Vortrags empfohlen habe.

aren, d. h. die letzteren ſtehen in Proportionalität zu den erſteren, und wenn jene alſo *unveränderlich* ſind, ſo ſind es *dieſe* und demnach ihre Hälften, d. h. die *mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne offenbar ebenfalls*. Von dieſer Bedingung, daß die Entfernungen der Planeten von der Sonne nur kleinen *periodiſchen* Veränderungen unterworfen ſind, hängt aber (wie in dem nur eben citirten Artikel ausführlich gezeigt wird) das Beſtehen des Syſtems ab, und der Himmels-Architect* hat deßhalb die Unveränderlichkeit *dieſes* Elements bei ihrer entſcheidenden Wichtigkeit für die Dauer des Ganzen ganz ſo ſorgfältig, wie die voran hervorgehobene, nicht weniger wichtige Unveränderlichkeit der rotatoriſchen Bewegung beſonders berückſichtiget, ohne den übrigen *Elementen*, von denen wir (vergl. d. Art. und auch gleich unten) wiſſen, daß die *darin* vorgehenden „Veränderungen“ oft auf ſehr lange Perioden ausgedehnt ſind, eben wegen der Unerheblichkeit des Einfluſſes davon, eine gleiche Aufmerkſamkeit zu ſchenken. Man ſieht hieraus — und die Lenkung des Nachdenkens auf dieſe erhabene Betrachtung iſt eine Hauptabſicht beim gegenwärtigen Vortrage — mit welcher Umſicht der Himmels-Bauplan angelegt, und wie dabei die *zuläſſige* „Veränderung,“ als der vorliegende Darſtellungsgegenſtand, gegen die *unerläßliche* Beſtändigkeit abgewogen iſt.

Bei der ſolchergeſtalt offenbar werdenden Nothwendigkeit der Conſtanz der mittleren Umlaufszeiten der Geſtirne mußte es um ſo mehr auffallen, dieſe Rückſicht, wie wenigſtens die *bloße Beobachtung* vermuthen ließ, für unſern *Mond* vernachläßigt zu finden, von welchem vielmehr vorläufig ſchon Eingangs, mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, angeführt worden iſt, daß (abgeſehen von allen übrigen Ungleichheiten) ſeine *mittlere* Bewegung dagegen eine beſtändige Beſchleunigung erfährt, und daß demnach die Entfernung dieſes Nebenplaneten von ſeinem Hauptplaneten Erde eben ſo beſtändig abnimmt, wonach eine *dauernde* „Veränderung“ des Himmelsverhältniſſes von den drohendſten Folgen unbegränzter Annäherung und letztlichen Zuſammenſturzes beider Weltkörper zu erwarten wäre; — und ich muß über dieſe glücklicherweiſe nur ſcheinbare Ausnahme, welche einer ſonſt allgemeinen und als ſo wichtig erkannten Regel himmliſcher Anordnungen geradezu zu widerſprechen ſchien, um ſo mehr in einiges, alle Befürchtung zerſtreuendes Detail eingehen, als die Abſicht des Himmels-Architecten, Seiner Schöpfung auch eine ewige Erhaltung zu ſichern, ſonſt in Zweifel geſtellt werden könnte.

Der Umſtand ſelbſt zunächſt iſt freilich allerdings vollkommen conſtatirt: ſchon *Halley*, der uns ſo viel bekannt gewordene ſcharfſinnige Zeitgenoſſe und Freund des großen *Newton*, hatte auf das ſtrengſte erwieſen, daß die Umlaufszeit des Mondes um die Erde ſeit den genaueren Beobachtungen der Chaldäiſchen und Griechiſchen Aſtronomen, alſo ſeit mehr als 2000 Jahren, ununterbrochen kürzer, ſeine Bewegung alſo ſchneller und ſein Abſtand von der Erde damit geringer geworden ſey, demgemäß beim ununterbrochenen Fortgange letzterer Abnahme, wie geſagt, der endliche Sturz des Mondes auf die Erde unvermeidlich würde eintreten müſſen; — und *Lalande* „Astronomie.“ §. 1483. findet, daß, wenn er mit der zu *ſeiner Zeit* (um 1750) Statt habenden, alſo dieſergeſtalt gegen ſonſt *gewachſenen* mittleren Mondgeſchwindigkeit einen 300 Jahr *vor* Chriſtus (d. h. etwann 2000 Jahr früher) wirklich *beobachteten* Mondort *berechnet*, das Reſultat der *Rechnung* um mehr als einen vollen Grad gegen jene frühere *Beobachtung* differirt.** Die Beſorgniß wegen

* Vergl. d. Art. *Architectonik des Himmels*, S. 1018 flgd., des erſten Bandes unſeres Werkes.

* Ich wiederhole für nachſchlagende Leſer, daß ich die *zweite* Ausgabe citire, an deren Gebrauch ich einmal gewöhnt bin.

** Dieß will zunächſt ſagen: wenn bereits zu jener *früheren* Zeit die erſt zur *ſpäteren* eingetretene *größere* Geſchwindigkeit des Mondes Statt gehabt hätte, ſo würde mit derſelben (mit der *letzteren*), ſtatt des damals *wirklich* nur erſt *beobachteten* Mondortes,

der gedachten endlichen Folgen dieſer ſteten „Veränderung," dieſes ſteten Abnehmens der Entfernung des Mondes von unſerer Erde, und der hier davon abhängigen Beſchleunigung ſeines Laufes war alſo, da man lange durchaus Nichts entdecken konnte, wodurch gegentheils wieder eine Entfernungszunahme und die ſomit bedingte Verlangſamung der Bewegung, kurz, eine Ausgleichung, wie bei allen andern Störungen, hatte erwartet werden dürfen, wohl begründet. Denn die Beobachtung ließ ſchließen, daß jene Beſchleunigung, jenes Wachſen der Geſchwindigkeit, in jedwedem Jahrhunderte unaus- namentlich 20'', und daß die daher rührende Geſchwindigkeit ſelbſt demnach in t Jahrhunderten oder überhaupt in der Zeit t, $20'' . t$ betrage, woraus der dieſer Zeit und Geſchwindigkeit zugehörige Raum (Bogen in der Mondbahn), wie er gerade unmittelbar in ſolchen Beobachtungen vorlag, $= 10'' . t^2$ folgte, auf welchen, ſchon in der Anmerkung beigebrachten Ausdruck ich hier eben nochmals zurückkommen

ſchon ein weiter vorwärts belegener Ort (eine größere Länge des Mondes in ſeiner Bahn) gefunden worden ſeyn, wonach es ausſieht, als wenn die Differenz negativ wäre; — und ſo muß ich mich alsbald ausdrücken, um mich meinen Leſern recht verſtändlich zu machen, indem dagegen die Form des rechnenden Verfahrens der Aſtronomie die Sache etwas anders — nicht ſeyn — ſondern nur erſcheinen läßt.

Dieſer „Rechnungsform" gemäß verfährt Lalande hierbei nämlich folgendermaßen: „Ich kenne, ſagt er, z. B. den mittleren Mondort (die „Epoche") für den Pariſer Mittag des 1ſten Januar 1750 (als des oben genannten Jahres); von da an iſt bis zu dem Tage, der Stunde u. ſ. w. des in Rede ſtehenden Jahres 300 vor Chriſtus ſo und ſo viel Zeit rückwärts verſtrichen; und ich muß alſo, um den Mondort für letzteren Termin zu finden, den Betrag der Mondbewegung für jene Zeit von der Epoche abziehen." — Setzte nun Lalande dieſen Betrag nach Maßgabe der in ſeinem Jahre 1750 Statt findenden, ſeit 300 vor Chriſtus gewachſenen Mondgeſchwindigkeit an, ſo machte er dieſen Betrag offenbar zu groß, und zog alſo von der Epoche zu viel ab, welches im gegenwärtigen Falle den 1° austrägt, um den die Rechnung von der Beobachtung differirte, und der nun, da jetzt zu viel abgezogen iſt, gegentheils additiv wird: der ſo berechnete Mondort findet ſich, weil man bei dieſem Verfahren einen, gegen früher zu großen Betrag abrechnet, zurück gegen den beobachteten. Dieß zeigt auch die, mit Bezug auf die hier in Rede ſtehende Beſchleunigung des Mondlaufes im Art. Mondungleichheiten, S. 193 (vergl. auch oben) gegebene Vorſchrift, dem berechneten Mondorte aus dem Grunde dieſer Beſchleunigung der mittleren Bewegung ſtets eine Größe $= 10'' . t^2$ (wo t die Anzahl der vorkommenden Jahrhunderte bedeutet) hinzuzufügen; wenn ich mit der, zur Zeit der Epoche Statt findenden Geſchwindigkeit eine ſpätere Mondlänge berechne, finde ich ſie, da dieſe Geſchwindigkeit wächst, zu klein; rückwärts aber, wo die Geſchwindigkeit abnimmt, mache ich das, was ich nach dem beſchriebenen Verfahren abziehe, dabei zu groß; — und jener Werth der $10'' . t^2$ iſt alſo, wie geſagt, in beiden Fällen additiv.

Der Ausdruck $10'' . t^2$ wird meine Leſer übrigens an den ganz eben ſo lautenden Ausdruck für den freien Fall (S. 416) erinnern; der Mond „fällt" aber (Gravitation, S. 688) hierbei auch wirklich mit eben ſo beſchleunigter Geſchwindigkeit gegen die Erde, — und die Uebereinſtimmung der Ausdrücke iſt alſo ganz natürlich. Auch hierauf komme ich indeß oben zurück.

Noch könnte Anſtoß geben, daß ich im Vortrage immer von „mittleren Mondorten" ſpreche, da doch der in Rede ſtehende beobachtete gewiß ein wahrer Ort iſt; allein man darf dieſen letzteren als auf den erſteren reducirt betrachten.

Endlich bemerke ich, daß dieſe Auseinanderſetzung wiederum eine derjenigen iſt, welche ich beſonders für den gegenwärtigen Artikel aufſparen zu müſſen geglaubt habe.

wollte. Man darf ſich aber zu deſſen vollkommner Verſtändniß nur an die im Art. Bewegung, S. 118, bewieſene Relation zwiſchen Raum, Geſchwindigkeit und Zeit, nämlich $ds = vdt$ erinnern, in welcher Gleichung ds das Differential des Raumes, dt das Differential der Zeit, und v allgemein die Geſchwindigkeit bedeutet, und welche ſich alſo, wenn man für v den hier gefundenen particularen Werth $20''.t$ ſubſtituirt, in $ds = 20''.tdt$ verwandelt, woraus durch Integration ſogleich unſer Ausdruck s (der betreffende Mondbogen) $= 10''.t^2$ hervorgeht.* — Die ebenfalls ſchon in der Anmerk. erwähnte vollkommene Identität dieſes Ausdruckes mit dem für den freien Fall in Anwendung kommenden ($s = 2gt^2$) wird nach dieſen Auseinanderſetzungen auch nicht weiter überraſchen, und derſelbe iſt alſo ſo zu verſtehen, daß ſich für jede ſpätere Zeit t nach der Epoche der mittlere Mondort um $10''.t^2$ weiter vorgerückt finde, als ſonſt der Fall geweſen ſeyn würde.**

Mit dem Suchen nach der Urſache dieſer auffallenden und dem Anſcheine nach alſo äußerſt gefährlichen Anomalie ſind alle Aſtronomen des vorigen Jahrhunderts beſchäftiget geweſen; allein es iſt vor Laplace, dem uns bekannten, berühmten Auctor der „Mécanique celeste“ und der „Exposition du Systême du Monde“ keinem von ihnen gelungen, etwas, auch nur einigermaßen Befriedigendes darüber beizubringen. Dieſer große Geometer war endlich ſo glücklich, jene Urſache zu finden; und ich reſumire das Reſultat ſeiner dießfallſigen Forſchungen und Entdeckungen* mit ſeinen eigenen Worten: „Exposition du Systême du Monde.“ 4te Auflage, Paris. 1813. 2 B. gr. 8. II. 72, wo er ſagt: „Die Urſache der ſeit der Zeit der uns bekannten früheſten Beobachtungen bis jetzt wahrgenommenen und noch fortdauernden, ſtetigen Beſchleunigung der mittleren Bewegung des Mondes muß in ei-

* Leſern, welche mit dieſem Darſtellungsprincipe des ſogenannten „Infiniteſimal-Calculus“ nicht ganz einverſtanden ſind, darf ich auf die gegenwärtige Veranlaſſung Nürnberger's „Theorie des Infiniteſimal-Calculus.“ Berlin 1812. 4. empfehlen, wo S. 40 flgd. ein verwandter Fall ſehr ſorgfältig erörtert wird.

Was aber die Rechnung ſelbſt betrifft, ſo überſieht man leicht, daß, da das Differential von $10''.t^2 = 10''.2.tdt = 20''.tdt$ iſt, umgekehrt das Integral von $20''.tdt$ auch nur $10''.t^2$ ſeyn kann.

** Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche ich dieſer „Mondungleichheit“ unter unſerem hier aufgeſtellten Geſichtspuncte einer für das Beſtehen des Syſtems bedrohlichen ſteten „Veränderung“ beizulegen habe, will ich das oben Geſagte auch noch durch ein anderes Beiſpiel erläutern. Sey nämlich zur Epoche der Anfang des laufenden Jahrhunderts 1800 gewählt, ſo iſt für 1850, $t = +\frac{1}{2}$, $t^2 = \frac{1}{4}$, und der Betrag, welcher derjenigen Länge des Mondes, die man ohne die betreffende Beſchleunigung gefunden haben würde, nunmehr hinzugefügt werden muß, $= \frac{1}{4}.10'' = 2\frac{1}{2}''$; für das folgende Jahr 2000 wird $t = +2$, $t^2 = 4$, und $t^2.10''$ ſchon $= 40''$; ferner ergibt ſich für das rückwärts liegende Jahr 1500, für welches t demnach zwar $= -3$, t^2 aber doch $= +9$, ſomit $t^2.10'' = 90''$; und wenn Lalande alſo bei der vorn erwähnten Rechnung von ſeiner Epoche 1750 bis 300 vor Chriſtus, alſo nahe 20 Jahrhunderte zurückging, ſo mußte er (Mondungleichheiten, S. 193) allerdings die erwähnte Differenz von über 1° finden, da t nun $= -20$, t^2 folglich $= +400$, und $t^2.10''$ daher $= 4000''$, alſo in der That über 1° ($= 3600''$) kommt. — Dieß zeigt noch augenfälliger das Wachſen der, den Längen des Mondes in der Bahn, aus dem Grunde dieſer Beſchleunigung, hinzuzufügenden Correction, nachdem man ſich bei der Berechnung auf eine entferntere Epoche und die für ſelbige gültige mittlere Bewegung bezogen hat.

* Die erſte Nachricht von dieſer wichtigen Entdeckung gab Laplace der Pariſer Akademie am 19ten Decbr. 1787; das Detail findet ſich in den (1788 erſchienenen) „Mémoires de l'Academie“ für 1786.

ner Verbindung des ſtörenden Einfluſſes der Sonne auf dieſes Geſtirn mit der ſeit eben der Zeit Statt findenden und ebenfalls noch fortdauernden, alſo an eine gleich lange Periode gebundenen Abnahme der Excentricität der Erdbahn geſucht werden.“ Um dieß, wenigſtens im Allgemeinſten, einzuſehen, erinnern wir uns aus dem Vorangeführten daran, daß außer der großen Axe alle übrigen Elemente der Erdbahn, und namentlich alſo auch die „Excentricität“, veränderlich ſind, gleichwie wir nicht weniger wiſſen, daß die Sonne einen, durch ihre Entfernung von der Erde bedingten, ſtörenden (den Lauf beſchleunigenden oder verzögernden) Einfluß auf den, die letztere umkreiſenden Mond ausübt; — bei den Veränderungen der Excentricität ändern ſich aber offenbar die Entfernungen der Erde von der Sonne, und alſo auch des, mit jenem ſeinem Hauptplaneten zum Syſteme verbundenen Nebenplaneten Mond. Solchergeſtalt iſt demnach die Abhängigkeit der Mondbewegung von der Excentricität der Erdbahn überhaupt klar; man gibt aber überdieß auch noch ſpeciell zu, daß dieſe Bewegung daher beim Abnehmen der Excentricität, und wodurch alſo eine mehrere Kreisähnlichkeit der Bahnform und damit eine im Ganzen überwiegende Annäherung des Erdſyſtems zur Sonne bewirkt wird, beſchleuniget* werden müſſe; und da nun (vgl. Stabilitäts-Problem, S. 478) ein ſolches „Abnehmen der Excentricität der Erdbahn“ ſeit eben ſo uralten Zeiten durch die Theorie erwieſen iſt: ſo folgt demnach daraus die hierauf begründete, entſprechende Beſchleunigung des Mondlaufes von ſelbſt. Dieſelbe Theorie beweiſt aber ſodann (Himmelsmechanik, S. 777) nicht weniger ſtreng, daß dieß Abnehmen der Excentricität der Erdbahn nur periodiſch, obwohl, wie geſagt, an eine „Periode von ſehr langer Dauer gebunden ſey, wonächſt eine gleich lang dauernde Wiederzunahme eintreten müſſe; und es geht alſo hieraus eben ſo unwiderleglich hervor, daß ſich damit auch die jetzige Beſchleunigung des Mondlaufes in eine demnächſtige Verlangſamung verwandeln werde,* und daß die ganze Störung („Veränderung“) alſo eben ſo wenig, wie die übrigen Störungen, den Charakter des verderblichen ſteten Fortganges im nämlichen Sinne, ſondern nur der Periodicität, des Hin- und Herſchwankens zwiſchen unüberſteiglichen Gränzen an ſich trage, „*Pendule de l'éternité*,“ wie ſich Pontécoulant in der Théorie analytique du Système du Monde“ (dem von uns viel citirten Werke, I. XVI.) auf dieſe Veranlaſſung ſo ſchön ausdrückt, „*pendule de l'éternité qui bat des siècles, comme le nôtre bat des secondes.*“ — Dieſer Beweis iſt, bevorwortetermaßen, die eigentliche Abſicht meiner ſo ausführlichen Betrachtung der ſcheinbaren beſtändigen Verkürzung der großen Axe der Mondbahn geweſen, welche Verkürzung ſonſt aller Regel des Himmels-Bauplans widerſprochen haben würde; — und indem ich die Conſequenz des hehren Architecten jenes Baues ſolchergeſtalt von dem hieraus gezogenen Vorwurfe befreiet habe, fahre ich nunmehr in der weiteren Betrachtung der „Veränderungen“ in den Verhältniſſen und Beziehungen der Himmelskörper fort.

Nicht auch die übrigen Elemente der Geſtirnbahnen nämlich, worauf ich gegenwärtig zurückkommen wollte,* genießen, wie geſagt, deſſelben, ſolchergeſtalt für die großen Axen nachgewieſenen Vor-

* Die Rechnung zeigt dieß freilich noch beſtimmter; allein ich darf dieſelbe, Plangemäß, hier nicht weiter beibringen. Lüſterne Leſer finden ſie am überſichtlichſten in Bohnenberger's (des verewigten Profeſſors der Aſtronomie zu Tübingen) „Aſtronomie.“ Tübingen. 1811. gr. 8. S. 576 flgd.

* Laplace l. c.: „*L'équation séculaire de la Lune est due à l'action du Soleil sur ce satellite, combinée avec la variation* séculaire de l'excentricité de l'orbe *terrestre.* Ce mouvement *s'accelère,* quand l'excentricité *diminue,* ce qui a lieu depuis les observations anciennes jusqu'à nos jours; mais l'accéleration se changera au contraire en *retardement,* quand l'excentricité, parvenue à son *minimum,* cessera de diminuer, *pour commencer à croître.*“

zuges der gänzlichen Unveränderlichkeit (oder doch der baldigen Rückkehr zu einem ſtetigen Mittelwerthe). Von der Excentricität iſt das Schwanken zwiſchen ſehr weiten Gränzen eben nachgewieſen; von den Apſiden wiſſen wir (Perturbationen, S. 307) ſogar, daß ſie wirklich ſtets in derſelben Richtung vorwärts rücken, ohne daß jedoch gerade bei dieſem Elemente (der „Länge des Perihels“) von einer ſolchen allgemeinen Vorrückung der mindeſte nachtheilige Einfluß für das Ganze zu befürchten wäre; — und von den Knoten, der Neigung gilt (l. c.) eine ähnliche „Veränderung,“ wie von der Excentricität. Unſer Sonnenſyſtem beſteht, abgeſehen von den unzähligen Kometen, wenigſtens ſo weit unſere heutige Kenntniß deſſelben reicht, aus

der Sonne,
dem Planeten Mercur,
der Venus,
der Erde mit 1 Monde,
dem Mars,
den 8 Planetoiden (Aſträa, Ceres, Flora, Hebe, Iris, Juno, Pallas, Veſta),
dem Jupiter mit 4 Monden,
dem Saturn mit 7 Monden,
dem Uranus mit (bis jetzt entdeckten) 6 Monden, und
dem Neptun mit (bis jetzt entdecktem) 1 Monde,

alſo aus 36 größeren und kleineren Weltkörpern, welche ihrer Natur nach alle in der unaufheblichen Wechſelwirkung ſtehen, daß jeder von ihnen alle übrigen anzieht und hinwiederum von allen übrigen angezogen wird, woraus eine Complication erwächst, deren Unendlichkeit ich bemühet geweſen bin, im Artikel Problem der „drei“ Körper* zu ſchildern, wiewohl dieſe Schilderung durch Menſchenhand doch immer nur noch ein ſchwaches Abbild der Wirklichkeit gewähren kann.

Die ſchwere Aufgabe der Architectonik des Himmels hat alſo darin beſtanden, der ſolchergeſtalt entſtehenden, ſonſt, wie es ſcheint, mit unvermeidlicher Verwirrung und Zerſtörung drohenden Verwicklung durch die ſorgſamſte Anordnung vorzubeugen, wobei ein Tiefſinn entwickelt worden iſt, welchen an einzelnen Beiſpielen nachzuweiſen dem endlichen Verſtande wohl noch gelingt, wie ich den Verſuch dazu im genannten Vortrage (Bd. I. S. 1018) gewagt habe. Auf dieſe Art iſt denn den „Veränderungen,“ unter welchem Geſichtspuncte ich die Sache hier betrachte, im Syſteme zwar nicht gänzlich vorgebeugt, welches der bezeichneten Natur der Dinge gemäß, wie geſagt, ſelbſt dem Himmels-Architecten, der ſeine Geſetzgebung im Univerſum zu reſpectiren hatte, unmöglich geweſen ſeyn würde; aber dieſen Veränderungen ſind ſolche unüberſteigliche Gränzen angewieſen, die das Beſtehen des Syſtems ſichern, und deren Umfang ich eben im Artikel „Architectonik des Himmels“ näher bezeichne. Um Vergleichung deſſelben habe ich alſo zu bitten, und ich beende mit dieſer Bitte die Betrachtung der „Veränderungen“ im Syſtem, indem ich mich nunmehr für dieſe Betrachtung auf einen noch hehreren Standpunct zu erheben habe.

Wenn wir uns dabei nämlich bis jetzt, wie geſagt, auf die Vorgänge im Syſteme beſchränkten, ſo lehrt die neueſte Aſtronomie dagegen, daß zugleich das Sonnen-Syſtem ſelbſt eine „Veränderung“ und zwar eine Ortsveränderung erfährt, indem (vergl. beſonders Fixſterne, S. 547) die Sonne mit Nachziehung ihrer ganzen Umgebung von Haupt- und Nebenplaneten und Kometen im Weltenraume unter den Fixſternen fortrückt, und einen weiteren Kreislauf

* Weßhalb ich mich dabei dort auf „drei“ Körper beſchränkt habe, muß im betreffenden Artikel ſelbſt nachgeſehen werden; in ſeiner vorliegenden Ausdehnung aber könnte man das Problem ſo ausdrücken: „Es ſoll von einem jeden der angegebenen 36, alſo unſer Syſtem bildenden, alle übrigen anziehenden und von ihnen allen hinwiederum angezogenen Weltkörpern durch Rechnung der ſolchergeſtalt bedingte Himmelsort, die Geſchwindigkeit und deren Richtung für jegliche verfloſſene, gegenwärtige und zukünftige Zeit beſtimmt werden.“ — eine Forderung, vor welcher, in dieſer Geſtalt, der menſchliche Verſtand zurückbebt.

um eine Sonne höherer Ordnung beſchreibt, wobei ſich ein ſcheinbares *Auseinandertreten* derjenigen dieſer Geſtirne, auf welche die Bewegung *los*geht, gleichwie ein *Zuſammentreten* der *rückwärts* liegenden (hinterwärts bleibenden) veroffenbart. Hiermit verbindet ſich die, auch im citirten Artikel nachgewieſene *Eigenbewegung** der Fixſterne, um diejenige *allmälige* und *partielle* „Veränderung des Himmelsanblickes“ zu veranlaſſen, welche ich gleich Eingangs beſonders hervorgehoben und, mit Verweiſung wegen des Weiteren hierher, ſchon in Bezug auf das *Vorrücken der Nachtgleichen* angedeutet habe; eine gänzlich ſolche „Veränderung“ muß aber für uns, gleichwie für die Bewohner der *ganzen* Syſtemswelt, *dann* eintreten, wenn die gedachte Bewegung der Sonne in Begleitung ihres Planetengefolges einſtmals in durchaus neue Regionen des Himmelsraums, und demnach zu durchaus neuen Sternen geführt haben wird. Freilich kann darüber die ungemeſſene Zeit von noch vielen Jahrtauſenden und abermals Jahrtauſenden verſtreichen; eintreten indeß zu irgend einer Zeit, welche Zeit dieß nun auch ſeyn möge, muß nach Maßgabe der Daten aller bisherigen Beobachtung eine ſolche „Veränderung des Himmelsanblickes“ ſchlechterdings; — und es wird dann, wie geſagt, ein andrer, ein *neuer*, ein „veränderter“ Himmel über der alten, aber, gleichwie dieſer Himmel, *ewigen* Erde hangen, bis nach andern Aeonen von Jahren mit dem Schluſſe des angedeuteten Sonnenkreislaufes auch die alten Sterne wiederkehren.

Alſo muß der Begriff der „*Veränderung*,“ welche wir an den Himmelskörpern nach ihrer Anordnung, ihrer Bewegung u. ſ. w. gewahren, und wie ich dieſe Veränderung nun hier vorzüglich mit Rückſicht auf unſer Syſtem betrachtet habe, richtig aufgefaßt werden; im ganzen Univerſum herrſcht dieß *Leben* der Veränderung vor, aber es endet nicht mit dem Tode der Zerſtörung; bei der Schöpfung Seiner Werke hat der Schöpfer die „*Veränderung*“ nicht ausſchließen, aber Er hat ihr auch ſogleich die bezeichneten *Gränzen* anweiſen und dieſen Seinen Werken dadurch eine ſolche ewige Dauer ſichern wollen, welche nicht weniger im citirten, meinem gegenwärtigen Vortrage ſo nahe verwandten Artikel *Stabilitäts-Problem* nachgewieſen wird. Die Wiederholung dieſes Nachweiſes mit letzterer Beziehung hat die gleich Eingangs hervorgehobene Hauptabſicht des gegenwärtigen Vortrages, den ich nun hiermit beſchließe, ausgemacht; „quiconque,“ ſo drückt ſich aber der ehrwürdige Petersburger Aſtronom *Schubert** („Traité d'Astronomie théorique.“ Petersburg. 1822. 3 B. 4. III. 524) auf Veranlaſſung ähnlicher Betrachtungen über dieſen erhabenen Gegenſtand aus, „quiconque est capable de comprendre ces vérités sublimes, ne peut qu'adorer la *Sagesse suprême* qui destina la plus parfaite machine à une durée éternelle, en mettant dans sa première organisation le germe de l'immortalité, et en préscrivant aux corps célestes des limites insurmontables, dans lesquelles ces masses immenses circuleront éternellement sans interruption et sans confusion!“

Verfinſterung, ſ. *Finſterniſſe*.

Vergrößerung; Amplificatio; *Amplification*, Grossissement. Diejenige Wirkung optiſcher Inſtrumente, insbeſondere der *Fernröhre* (und Mikro-

* *Dieſer* Einfluß auf die „Veränderung des Himmelsanblickes“ iſt beſonders hervorgehoben im Art. *Sternkarten*, S. 533.

* Schubert (Friedr. Theodor), geboren zu Helmſtädt 1758, widmete ſich ſchon früh aus innerſter Neigung dem Studium der Aſtronomie, erwarb ſich als Kenner der Wiſſenſchaft Bekannte, und erhielt durch dieſelben den Ruf eines Geographen der Kaiſerlichen Akademie der W. W. zu Petersburg, allwo er ſodann 1804 zum Aſtronomen der akademiſchen Sternwarte ernannt wurde, und als ſolcher 1825 ſtarb. Von ſeinen vielen aſtronomiſchen Schriften, unter denen ſich auch eine „Populäre Aſtronomie.“ Petersburg. 1804. 3 B. gr. 8. befindet, bildet doch die oben genannte „Astronomie théorique“ (vgl. den Art. *Aſtronomie*, S. 65) das Hauptwerk.

ſkope, vergl. beide beſondere Art.), welcher gemäß dieſelben Dinge, die dem bloßen, dem „unbewaffneten“ Auge unter einem kleinen Sehewinkel erſcheinen, ſich dagegen dem mit dieſen Inſtrumenten „bewaffneten“ Auge unter einem größeren Sehewinkel (ſ. vorzüglich auch dieſen Art.) darſtellen. Man drückt die Größe dieſer Wirkung ganz natürlich durch das Verhältniß der beiden Sehewinkel aus, deſſen Exponent alsdann die Vergrößerungszahl genannt wird. So ſagt man z. B., die Vergrößerung ſey zehnfach, wenn der Gegenſtand durch das Fernrohr unter einem zehnmal größeren Sehewinkel erſcheint, als wenn man ihn mit bloßem Auge betrachtet. *

Die Größe des Sehewinkels, unter welchem Gegenſtände (Geſtirne) dem bloßen Auge erſcheinen, hängt von der Entfernung ab, aus der man ſie betrach-

* Dieſe Sache kann gar nicht deutlich genug gemacht werden. Geſetzt alſo, ich betrachte z. B. die als Kreisſcheibe erſcheinende Kugel des Mondes mit bloßem Auge, ſo ſehe ich ſie ſelbſt und unmittelbar am Himmel unter einem Sehewinkel ihres Durchmeſſers von $^1/_2$ Grade (30 Minuten). Dieß heißt: die, von den Endpuncten des in runder Zahl 400 Meilen langen Monddurchmeſſers aus der Entfernung dieſes Geſtirns von beiläufig 50000 Meilen in unſerem Auge zuſammenlaufenden beiden Geſichtslinien ſchließen daſelbſt den optiſchen Winkel von 30′ ein. Die Rechnung zeigt es, indem ſie hier 50000 : 400 = r : sin Sehewinkel, und dieſen Sinus alſo = $^4/_{500}$ = 0,008 gibt, wozu in der That ein Winkel von 30′ gehört.

Betrachte ich dagegen den zum Beiſpiele gewählten Mond mit Hülfe eines Fernrohrs, ſo ſehe ich nicht mehr ihn ſelbſt ſo unmittelbar am Himmel, ſondern (l. c. S. 439) vielmehr nur ſein, bloß noch am Himmel gewähntes, der Wirklichkeit nach aber durch das Objectiv im Innern der Röhre entworfenes, und dem Auge ſolchergeſtalt ſo viel näher gerücktes kleines Abbild, welches aus dieſer größeren Nähe, wie klein es an ſich auch ſey, natürlich gleichwohl unter einem größeren Sehewinkel empfunden wird. „Vergrößert nun das Fernrohr,“ wie oben, „zehnmal,“ ſo will dieß ſagen: ſtatt daß deinem bloßen Auge der wirkliche Mond (ſein Durchmeſſer) ſelbſt am Himmel unter einem Winkel von nur $^1/_2{}^0$ erſcheint, ſo zeigt dir das Fernrohr, vermittelſt ſeines Oculars, das Mondbild (ſeinen Durchmeſſer, vergl. hinten) dagegen, alſo linear aufgefaßt, unter einem Sehewinkel von (10 . $^1/_2$ =) 5 Graden; wenn du den Winkel, unter dem dein Auge dieß Bild der Mondſcheibe (ihres Durchmeſſers) empfindet, ganz unabhängig von ſeiner Umgebung, unmittelbar dem „linearen“ Durchmeſſer nach miſſeſt, ſo findeſt du dieſen Durchmeſſer in der That = 5⁰. Allein die hierbei vorgehende, ſchon voran durch den Ausdruck „wähnt“ angedeutete optiſche Täuſchung läßt uns das Mondbild, obgleich in der That, nur im Innern der Röhre des Refractors vorhanden, nicht ſo unabhängig von ſeiner Himmels-„Umgebung“ erblicken; wir verſetzen es vielmehr (Fernrohr, S. 438) aus der Röhre an den Himmel, und ſehen deßhalb dieſe Himmels-Umgebung in dem nämlichen Maße, d. h. wir ſehen Alles durchaus 10 Mal vergrößert, demgemäß das Bild, welches, iſolirt und ſomit „linear“ gemeſſen, allerdings 5^0 faßt, im Himmelsbogen doch wieder nur ſeinen entſprechenden $^1/_2{}^0$, aber nach einem zehnmal größeren Kreismaße (als Theil eines zehnmal größeren Kreisumfanges) enthält: die vergrößerte Mondſcheibe (ihr Durchmeſſer) braucht an der alſo mit vergrößerten Himmelskugel-Hohlfläche nicht mehr Zeit zum Meridiandurchgange, als die unvergrößerte; und da ſich dieſe Zeit wie der ſcheinbare Durchmeſſer verhält, ſo wird durch die Vergrößerung wohl das „lineare,“ aber nicht das Bogenmaß des Geſtirns verändert. — Unter demſelben Geſichtspuncte habe ich dieß Sachverhältniß im Art. Größe der Himmelskörper und Größe, ſcheinbare, welche Artikel ich zu vergleichen bitte, betrachtet, wobei ich nur noch darauf aufmerkſam mache, daß der in der That zwiſchen 400 und 500 Meilen

tet. Will man alſo die Sehewinkel für das bloße Auge als unveränderliche Größen anſehen und ſolchergeſtalt mit den Sehewinkeln für das bewaffnete Auge vergleichen, ſo muß man einen beſtimmten Ort, wo das Auge ſtehen ſoll, feſtſetzen. Jede Angabe der Vergrößerung eines optiſchen Inſtrumentes ſupponirt eine ſolche beſtimmte Stelle des bloßen Auges, als aus welcher dieſes letztere den Gegenſtand, wie er unter dem natürlichen (unvergrößerten) Sehewinkel erſcheinen würde, betrachtend angenommen wird.

Bei den Fernröhren, welche zur Betrachtung von weit entlegenen Dingen (von Geſtirnen) dienen (ich beſchränke mich hier auf das aſtronomiſche Fernrohr und Spiegel-Teleſkop), nimmt man den unvergrößerten Sehewinkel ſo an, wie er ſich darſtellen würde, wenn das Auge an dem Orte des Objectivs ſtände, und hierauf haben wir unſere Vergleichung dieſes unvergrößerten (des natürlichen) Sehewinkels mit dem vergrößerten (nämlich demjenigen, unter welchem uns das, vom Objectiv im Inneren der Röhre entworfene Bild durch das Ocular erſcheint) in dem citirten Art. Fernrohr, S. 439, begründet; der Ort des eingebildeten „bloßen," das Geſtirn ſelbſt unmittelbar betrachtenden Auges iſt dem zu Folge in der dort angewendeten Figur 3 der Tafel IX in C, dem Centrum des Objectivs, angenommen; der Ort des wirklichen Auges, wie es das Bild durch das Ocular wahrnimmt,* iſt dagegen hinter letzterem; — und die „Vergrößerungszahl" ergab ſich nach der angeführten, dieſer Annahme gemäßen Fi-

haltende Monddurchmeſſer dort, ſtatt, wie hier, nur zu 400, zu 500 Meilen angenommen iſt, welche Verſchiedenheit indeß auf das von mir beabſichtigte Reſultat gar keinen Einfluß hat.

* Die Frage nach dieſem Bilde und der Art ſeiner Wahrnehmung durch das Ocular iſt für eine richtige Einſicht vom Weſen der Wirkung eines aſtronomiſchen Fernrohres entſcheidend, daher ich bei der gegenwärtigen Veranlaſſung nochmals darauf zurückkomme. Vorhanden zuvörderſt im Innern der Röhre (im Brennraume des Objectivs) iſt das Bild wirklich; man kann ſich von ſeiner Formation durch jede Objectivlinſe ſinnlich überzeugen, wenn man (Linſengläſer, S. 59) vor eine ſolche, zur bequemeren Beobachtung frei aufgeſtellte Linſe etwann eine Lichtflamme bringt, deren (umgekehrtes) hinter der Linſe (wie in der Röhre) entſtehendes „Bild" daſelbſt z. B. mit einem (weißen) Papiere aufgefangen und alſo ſichtbar gemacht werden kann. Iſt die zu dieſem Verſuche angewendete Linſe (das Objectivglas) hinreichend groß (von hinreichend großer Brennweite), ſo läßt ſich hierbei Vergrößerung mit Deutlichkeit verbinden; und ich finde in meinen Collectaneen, daß der Sächſiſche Naturforſcher Tſchirnhauſen (Walter von, Churſächſiſcher Rath, † 1708) mit einem ſolchen ſehr großen Objectivglaſe auf eine volle Meile weit die Blätter an den, mittelſt deſſelben betrachteten Bäumen zählen konnte, d. h. durch dieſes, den Bäumen zugekehrte Glas hinter demſelben in ſeinem Brennraume ein dazu hinreichend deutliches Bild der Bäume erhielt (wobei ich zur genauen Einſicht, wie dieß eigentlich zu verſtehen ſey, wieder die Vergleichung des Art. Linſengläſer, S. 61, oder auch des gleich unten darüber noch Beigebrachten empfehlen muß)

Dabei wird ſich nun aber den Leſern ein Bedenken wegen des zweiten Theiles die Frage, die ich hier eben ganz beantworten wollte, aufdrängen, nämlich, wozu denn, wenn das Objectivglas (die Linſe) nach dieſen Auseinanderſetzungen zur Entwerfung eines Bildes in dem l. c. angegebenen Sinne hinreicht, und welches Bild alſo demnächſt auch mit bloßem Auge betrachtet werden könnte, erſt noch ein Ocular nothwendig ſey? Allein ein ſolches Ocular im aſtronomiſchen Fernrohre dient wenigſtens zur Verdeutlichung und Verſtärkung des von dem Bilde auf das Auge zu machenden Eindruckes, indem es (Fernrohr, S. 438) die divergent davon auffallenden Strahlen parallel bricht und dem Auge alſo zuführt, wodurch (l. c.) eine ſolche Verdeutlichung und Verſtärkung (eine erhöhete Wirkung des ganzen Inſtrumentes) aber in der That erzielt wird.

Endlich könnte man, weßwegen ich

gur = dem Quotienten der Brennweite des Vorderglaſes durch die Brennweite des Augenglaſes. Dieß heißt: wenn die „Brennweite“ des *Objectivs* (die Entfernung, in welcher dieſe convex-convexe Linſe hinter ſich im Innern des Rohrs das Abbild des betrachteten Geſtirns entwirft) z. B. 10 Zoll, und die Brennweite des *Oculars* (die Entfernung, in welcher dieſes letztere, wenn man es eben ſo anwendete, ſeinerſeits ein ſolches Bild machen würde) 2 Zoll beträgt, ſo vergrößert dieſes Fernrohr ($^{10}/_2$ =) 5 Mal; wogegen es demgemäß 10 Mal vergrößern müßte, wenn man daſſelbe Objectiv mit einem Ocular von nur 1 Zoll Brennweite verbände. Hiernach ſcheint es auf den erſten Blick, als wenn durch Anwendung eines Augenglaſes von ſehr geringer Brennweite auf ein Vorderglas von größerer ſolcher Dimenſion jedwede beliebige Vergrößerung zu erzielen ſey; allein man würde, vermittelſt dieſer Conſtruction, zwar allerdings die bezeichnete Vergrößerung, jedoch, wie auch leicht einzuſehen iſt, und wie im Art. *Fernrohr*, S. 427, noch näher gezeigt wird, nur auf Koſten der Deutlichkeit erlangen, ſo daß es alſo hierbei gewiſſe gegenſeitige, ſich einander einſchränkende Bedingungen gibt, von denen keine vernachläßigt werden darf.

Beim *Spiegel-Teleſkope* ſodann (vergl. d. Art. S. 472), alſo beim *reflectirenden* Inſtrumente, für welches ich die „Vergrößerung,“ nächſt dem bis hierher darüber vom *Refractor* Geſagten, auch noch angeben wollte, iſt dieſelbe in ähnlicher Art dem *Quotienten der Brennweite des Hohlſpiegels durch die des Oculars gleich*; und dieſe Analogie ſpricht für meine l. c. entwickelte Anſicht, nach welcher der „Reflector“ als ein „Refractor“ betrachtet werden kann, bei dem der Hohlſpiegel das Objectiv vertritt.

Da die durch die Fernröhre zu beobachtenden Sehewinkel zwiſchen ihren Schenkeln bloß *Linear*-Abmeſſungen begreifen, ſo beziehen ſich die berechneten Zahlen der „Vergrößerung“ alſo, meiner ſchon oben mit Verweiſung hierher gemachten Bevorwortung gemäß, auch bloß auf Linien oder *Durchmeſſer*, wie uns denn z. B. unſere dort angeſtellte Mondbetrachtung durch ein 10 Mal vergrößerndes Fernrohr den Sehewinkel, unter welchem der in der Wirklichkeit ½ Grad haltende *Durchmeſſer* des Mond*bildes* erſcheint, = (½ . 10 =) 5 Grad zeigte. Die *Flächen* werden demnach im Verhältniſſe des *Quadrats der Durchmeſſer* vergrößert, und das Fernrohr von 10maliger Vergrößerung des *Monddurchmeſſers* läßt alſo die *Mondkreisſcheibe* (10^2 =) 100 Mal größer, als ſie ſich dem bloßen Auge darſtellt, erſcheinen, auf welche Veranlaſſung ich noch eine Bemerkung machen muß.

Es fällt nämlich, wenn man z. B. die *Vollmondſcheibe* eben mit bloßen Augen angeſehen hat und ſie nun durch dieſes, den *Durchmeſſer* alſo 10 Mal vergrößernde Inſtrument betrachtet, außerordentlich ſchwer, ſich zu überzeugen, daß ſie demgemäß nun auch in der That 100 Mal größer, als die wirkliche (natürliche, unvergrößerte) Monderſcheinung am Himmel ſey. Um ſich darunter zu Hülfe zu kommen, ſehe man mit dem einen (etwann dem *rechten*) Auge durch das Rohr nach dem Monde, während man mit dem andern (dem *linken*, dem bloßen) Auge *frei* zu dieſem Geſtirne ſchauet, ſo wird das mittelſt des *Fern*-

voran, außer auf *Linſengläſer*, auch gleich noch hierher verwieſen habe, einwenden, daß man es bei der angeführten bloßen Betrachtung eines Gegenſtandes unmittelbar durch ein Objectivglas doch gewiß nur mit dem Gegenſtande ſelbſt, und *nicht* mit ſeinem „*Bilde*,“ wie ich gleichwohl ſage, zu thun habe. Allein auch in dieſem Falle werden, wie ſich nun eben l. c. weiter auseinandergeſetzt findet, die vom Gegenſtande auf die *Linſe* fallenden Strahlen in derſelben ſo gebrochen, daß ſie ſich im Brennraume zum Bilde vereinigen *wollen*, und ſie kommen in dieſer Art in das, hier *zwiſchen* dem Glaſe und dem ſolchergeſtalt erſt noch zu entwerfenden Bilde ſtehende Auge, ſo daß letzteres demnach die Strahlen doch immer dergeſtalt empfindet, als wenn ſie ſich auf das *Bild* bezögen. Ob daſſelbe dabei ſchon *wirklich* vorhanden iſt oder nicht, gilt aber, wie man gleich einſieht, für den Eindruck auf das Auge ganz gleich.

rohres entſtehende Mondbild vor oder dicht bei dem frei geſehenen Monde ſchweben, und die Vergleichung der Durchmeſſer, wonächſt man das Verhältniß der Flächen zugeben muß, gelingt leichter. Oder man faſſe mit dem einen bloßen Auge recht ſcharf z. B. 20 Ziegeln einer unterſten Dachreihe auf und ſehe nun mit dem andern Auge durch das Fernrohr genau nach 2 ſolchen Ziegeln, ſo wird man, indem dieß Fernrohr 10 Mal vergrößert, finden, daß das darin entſtehende Bild der 2 Ziegeln die mit dem bloßen Auge geſehenen (2 . 10 =) 20 Ziegeln deckt, wodurch eine noch ſinnlichere Ueberzeugung bewirkt wird. Andere Methoden zur Beſtimmung der „Vergrößerung“ eines aſtronomiſchen Refractors durch Ermittlung der reſpectiven Brennweiten des Objectivs und Oculars, und alſo ihres Quotienten, als der vorn nachgewieſenen „Vergrößerungszahl,“ gebe ich in Fernrohr (S. 440) an. Von der ſomit nachgewieſenen Nothwendigkeit, ſich das Urtheil über die „Vergrößerung“ gleichſam erſt zu bilden, rührt denn aber auch die Ueberraſchung ſolcher Perſonen, welche wenig mit Fernröhren umgehen, her, die Vergrößerung unter ihrer Erwartung zu finden; nur erſt eine vielmalige Wiederholung des beſchriebenen Verſuchs, den ich daher nicht genug empfehlen kann, trägt zur Berichtigung jenes Urtheiles bei; denn „Sehen“ unter veränderten Verhältniſſen iſt auch eine Kunſt, die erlernt ſeyn will; — und mit dieſer angemeſſenen Bemerkung ſchließe ich den gegenwärtigen Vortrag über „Vergrößerung.“

Vergrößerungsglas, ſ. Mikroſkop.

Vernier; einen lateiniſchen Ausdruck für dieſe, den Römern noch unbekannt geweſene Meß-Erleichterungs-Einrichtung mögen ſich die Leſer ſelbſt bilden, vielleicht, da es ſich, vergl. die Anmerkung, dabei doch nur um den Eigennamen des Erfinders handelt, „Venierus;“ *Vernier.** Eine, ſowohl bei geradlinigen, als bei Kreistheilungen anzubringende Einrichtung der Subdiviſion, um auch noch kleinere, bei jener Theilung ſelbſt nicht mehr ausgedrückte Theile angeben zu können.

Sey zunächſt ein „geradliniges,“ z. B. in Fuße und Zolle getheiltes Maß, wie namentlich die, meiſtens mit „Vernier“ verſehene Barometer-Skala, oder überhaupt ein ſolcher Maßſtab gegeben, und man wolle damit auch noch Linien abmeſſen, ohne jedoch dieſe feinere Unterabtheilung auf den ganzen Maßſtab auszudehnen, ſo bringt man an dieſem Maßſtabe eine, längs deſſelben verſchiebbare kleinere Regel, gewöhnlich eine Metallplatte an, auf welcher, um in unſerem Beiſpiele zu bleiben, 11 Zoll in 12 gleiche Theile getheilt ſind, demgemäß jeder ſolcher Theil $^{11}/_{12}$ Zoll Duodecimalmaß, alſo (11 Zoll = 132 Linien) 11 Linien faßt, und welche Platte nun eben der „Vernier“ heißt. Will man ſodann mit dem alſo verſtändigten Maßſtabe auch noch die, über die Fuße und Zolle hinaus liegenden Linien meſſen, ſo bedarf es, wie man leicht einſieht, dazu nur der Verſchiebung des Verniers längs der größeren Theilung, indem, wenn dabei der erſte Theilſtrich des Vernier eben mit einem Zollſtriche zuſammentrifft, ſein zweiter Theilſtrich vom nächſt folgenden Zollſtriche offenbar um (12 − 11 =) 1 Linie, ſein dritter vom ſodann folgenden Zollſtriche um 2 Linien u. ſ. w. abſteht, wonach alſo die verlangte Schätzung** überſchießender Linien ſogleich zu machen iſt.

* Dieſer Name rührt vom Erfinder Vernier (Peter), Kapellan zu Dornens in Franche-Comté, um 1630 her. — Man belegt die Einrichtung, wie nicht weniger wir ſelbſt (Bd. II. S. 233 unſeres Werkes) gethan haben, oft auch mit dem Namen „Nonius,“ nach dem 1577 verſtorbenen Profeſſor der Mathematik zu Coimbra, Nunnez oder „Nonius,“ welcher eine, zwar von dem nämlichen Grundprincip der Subdiviſion ausgehende, in der Ausführung aber (vgl. oben) ſehr abweichende, viel mühſamere Conſtruction angegeben hat.

** Ich brauche dieſen Ausdruck, weil zur gänzlichen Genauigkeit doch auch noch die Gewißheit der vollkommenen Coincidenz der reſpectiven Theilſtriche gehören würde, worüber die Einrichtung und das Verfahren Zweifel übrig laſſen dürften.

Wäre dagegen von einer Kreistheilung in Graden und Minuten die Rede, und wollte man darüber auch noch Secunden haben, ſo theilt man, ähnlichermaßen, auf dem „Vernier“ 59 Minuten des Limbus in 60 gleiche Theile,* daß alſo jeder Theil ($60 : 59 = 1 : {}^{59}/_{60}$) ${}^{59}/_{60}$ einer Minute, d. i. 59 Secunden enthält, und verfährt übrigens mit der Verſchiebung ganz wie vorher. In dieſer Art findet ſich der „Vernier“ beſonders ſinnreich beim Meridiankreiſe angewendet, worüber man dieſen Artikel vergleichen kann.

Dagegen iſt der „Nonius,“ auf welchen ich hier zurückkommen wollte, wie oft man denſelben, bemerktermaßen, mit dem „Vernier“ verwechſelt, eine, zwar allerdings auch auf das Princip der Subdiviſion bezügliche, jedoch in der Ausführung von dem letzteren Inſtrumente ganz verſchiedene Einrichtung, indem Nunnez der ſo ſchönen, einfachen Verniertheilung vielmehr eine Menge concentriſcher Kreiſe ſubſtituirt, woraus eine ſolche Complication entſteht, daß ſchon der uns bekannte Däniſche Aſtronom Tycho de Brahe den Gebrauch dieſes „Nonius“ verwarf, weßhalb ich ebenfalls nicht weiter darauf eingehe. Ausführlicher, endlich und ſchließlich, aber, als es mir hier nothwendig geſchienen hat, findet ſich der ganze Gegenſtand behandelt in Mayer's (Sohn des uns nicht weniger vielfach bekannt gewordenen großen deutſchen Aſtronomen Tobias Mayer) „Practiſche Geometrie.“ 3te Aufl. Göttingen. 1802. 4 B. kl. 8., namentlich I. 276 flgd.

Verſuch; Experimentum; *Expérience*. Erfahrungen, welche wir vermittelſt unſerer (bewaffneten oder unbewaffneten) Sinne an den Körpern anſtellen, heißen, im Gegenſatze bloßer Beobachtungen, bei denen wir (vergl. d. A.) die Körper in ihrem Zuſtande laſſen, „Verſuche,“ wenn wir dieſe Körper vielmehr abſichtlich in einen andern Zuſtand verſetzen, um zu ſehen, wie ſie ſich darin verhalten werden. Nun kann der Aſtronom zwar, wie im citirten Artikel richtig bemerkt wird, in dieſem Sinne „Verſuche“ mit den durch ihn nicht veränderbaren Himmelskörpern, als dem Hauptgegenſtande ſeiner Bemühungen, nicht anſtellen, und muß ſich hinſichtlich ihrer vielmehr auf die bloße Beobachtung beſchränken; — wenn jedoch z. B. Newton das nicht weniger vor das Forum der Aſtronomie gehörige weiße Sonnenlicht durch ſein Prisma (vergl. Achromatiſch, S. 31) in Farben ſpaltet, und ſomit einer „Veränderung“ unterwirft, oder wenn (der bekannte Franzöſiſche Aſtronom) Arago das Licht der Kometen (ſ. d. A. S. 952) analyſirt, um ſeine Polariſation (auch eigener Art.) nachzuweiſen u. ſ. w. u. ſ. w.: ſo ſind dieß allerdings „Verſuche;“ und der Begriff darf alſo von der Aſtronomie nicht ganz abgewieſen werden. In weitläuftigere Erörterungen darüber brauche ich hier jedoch nicht einzugehen, da die in jenem Artikel Beobachtung vorgeſchriebenen Regeln ſich nicht weniger auch auf die Anſtellung der „Verſuche“ und die daraus zu ziehenden Folgerungen anwenden laſſen; und ich begnüge mich daher jetzt mit Beibringung einiger Literar-Notizen. Treffliche Winke über die Kunſt des Verſuchs hat aber unter den Neueren beſonders Baco (auch Bacon, Franz, Baron von Verulamio, Viscount von St. Albans, Canzler von England, †. 1626) gegeben, in ſeinem „Novum Organum scientiarum“ (viele Ausgaben; vor mir liegt eine: Würzburg. 1779. 8. Deutſch durch Brück: „Baco's neues Organ der Wiſſenſchaften.“ Lpzg. 1830. gr. 8.); ferner in „De augmentis scientiarum.“ Leiden. 1652. 12. (eine neuere lateiniſche Ausgabe kenne ich nicht, wohl aber eine deutſche Bearbeitung von Pfingſten. Peſth. 1783. 8.) und in „De interpretatione naturae“ (davon ich in meinen

* Die Verniertheile könnten umgekehrt auch größer als die Theile des Limbus genommen werden; es muß die Anzahl der Verniertheile allgemein ſo groß als das Verhältniß der verlangten Unterabtheilung, und die entſprechende Anzahl von Limbustheilen um 1 kleiner oder größer ſeyn. Iſt z. B., wie oben, von Zollen und Linien (Duodecimalmaß) die Rede, ſo müſſen 11 oder 13 Zoll auf dem Vernier in 12 Theile getheilt ſeyn, indem man im erſtern Falle (${}^{11}/_{12}$) ſo gut, wie im letzteren (${}^{13}/_{12}$) Linien erhält.

Notizen eine beſtimmte Ausgabe nicht nachgewieſen finde). Praktiſche Anweiſung zur Anſtellung von Verſuchen ferner ertheilt der Franzöſiſche Naturforſcher Nollet „L'art des expériences." Paris. 1770. 3 B. 12., womit man die Arbeit eines andern Franzöſiſchen Gelehrten, Senebier, „L'art d'observer et de faire des expériences." 2te Aufl. Genf. 1802. 3 B. 8. Deutſch nach der 1ſten Aufl. durch Gmelin. Lpz. 1776 — verbinden kann. Mehr mit dem Auge des Aſtronomen faßt die (Beobachtungs- und) Verſuchskunſt auf John Herſchel (Sohn des großen Herſchel) in ſeinen „Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy" (die Einleitung zu Lordner's „Cabinet Cyclopaedia" bildend), davon eine deutſche Bearbeitung: „Ueber das Studium der Naturwiſſenſchaft." Von Herſchel. Deutſch von Henrici. Götting. 1836. 8., mit deren Namhaftmachung ich denn den Artikel beſchließe.

Vertical, ſ. Lothrecht.

Verticalkreis, ſ. Scheitelkreis. Indeß iſt zum letzteren Art. hier nachträglich zu bemerken, daß der Ausdruck „Vertical- (Scheitel-) Kreis" zuweilen auch von denjenigen Inſtrumenten gebraucht wird, deren man ſich bedient, um die Höhen der Geſtirne im Verticalkreiſe ſelbſt zu meſſen, zu welchem Behufe dann beſonders der (bewegliche) Quadrant oder auch der Multiplicationskreis (vergl. beide Art., letzteren S. 201) angewendet wird.

Veſta; Vesta; *Vesta*. Einer der (jetzt* zuſammen 7, nämlich: Aſträa, Ceres, Hebe, Iris, Juno, Pallas und Veſta) kleinen Planetchen (Planetoiden, ſ. d. A.), welche die unermeßliche Aetherkluft zwiſchen Mars und Jupiter in demjenigen, nahe gleichen, Abſtande von der Sonne erfüllen, den ſie nach der Wurm'ſchen Reihe (vergl. d. A. oder auch ſchon Ceres, S. 165) einnehmen müſſen. Entdeckt wurde Veſta am 29ſten März 1807 durch den würdigen, jetzt verewigten, uns aus dem Art. Pallas näher bekannten Bremer Aſtronomen Olbers.* Ich bemerke gleich, daß dieſes Planetchen der kleinſte unſeres ganzen Syſtems iſt; nach Schröter's (des Lilienthaler Aſtronomen) Meſſungen beträgt der Durchmeſſer der Veſta (vergl. hinten) nur 50 Meilen. Dieſer Kleinheit unerachtet erſcheint ſie zuweilen äußerſt glänzend, welches einer beſondern Naturbeſchaffenheit ihrer Oberfläche zugeſchrieben werden muß. Das für dieſen Planetoiden gewählte Zeichen iſt ⚶, wodurch (Littrow) „der Altar der Göttin Veſta mit dem ewigen Feuer vorgeſtellt werden ſoll."

Die Elemente der Veſta ferner finden ſich folgendermaßen angegeben:

* Ich ſage „jetzt," weil die größte Wahrſcheinlichkeit zur Auffindung noch mehrerer „Planetoiden" vorhanden iſt,** wie ich denn dieſe Vermuthung lange vor Entdeckung der Hebe und Iris, auf welche beide ſolche Geſtirne ich gegen Schluſſe zurückkomme, ſchon in jenem A. „Planetoiden," S. 324, ſehr beſtimmt ausgeſprochen habe. — Die Planetoiden ſind, nach meiner Anſicht, „Uebergangsglieder von der erſten zur zweiten Gruppe der Planeten" (S. 319); und es muß ihre Zahl, der weiteren Conſequenz dieſer Anſicht gemäß, alſo bedeutend ſeyn.

** Nachträgliche Anmerkung. In der That meldet man mir in dieſem Augenblicke (26. Octbr.), daß der hinten naher erwähnte Engliſche Aſtronom Hind am 18ten October (1847) ſchon wieder einen ſolchen, alſo den achten Planetoiden entdeckt hat, welcher an ſcheinbarer Größe kaum einem Fixſterne neunter Ordnung gleicht, und auf Herſchel's (John, Sohnes des großen Herſchel) Vorſchlag auch ſchon mit dem Namen Flora belegt worden iſt.

* Für Leſer, welche gern Alles in Einer Ueberſicht haben, und nach chronologiſcher Folge: Ceres ward entdeckt durch Piazzi am 1ſten Januar 1801; Pallas durch Olbers am 28ſten März 1802; Juno durch Harding am 1ſten September 1804; Veſta wieder durch Olbers den 29ſten März 1807; Aſträa durch (den Drieſen'er Aſtronomen) Hencke am 8ten December 1845; Hebe durch denſelben am 1ſten Juli 1847, und Iris endlich am 13ten Auguſt 1847 durch den Engliſchen Aſtronomen Hind.

1) Halbe große Axe der Bahn-Ellipſe (die halbe große Axe der Erdbahn = 1) 2,3615 (49 Millionen Meilen), woraus nach der dritten Keplerſchen Regel (Seite 911) die Umlaufszeit folgt:

Sideriſch
3 Jahr 229 T. 17 St.
Tropiſch
3 Jahr 229 T. 13 St.
Synodiſch
1 Jahr 138 T. 23 St.

2) Epoche, d. h. mittlere Länge in der Bahn * (für irgend eine beſtimmte Zeit, hier), für den 23ſten Juli 1831 im mittleren Mittag Berlins 84° 47′ 3″.

3) Excentricität (halbe große Axe der Veſtabahn = 1) 0,0886.

4) Länge des Periheliums (in der Bahn) 249° 11′ 37″.

5) Länge des aufſteigenden Knotens ** 103° 20′ 28″.

6) Neigung 7° 7′ 57″.

Dieß ſind diejenigen ſechs Data, welche man im ſtrengeren Sinne als die Elemente der Bahn eines Planeten (vergl. d. Art. S. 301), und alſo hier der Veſta, anzuerkennen hat. In andern Werken finden die Leſer jedoch, ſtatt dieſer ſechs, vielmehr oft neun ſolche Daten, nämlich außer den voran ſpecificirten auch noch 7) die mittlere Anomalie für den Moment der Epoche, 8) die mittlere tägliche Bewegung, und 9) die größte Mittelpunctsgleichung gegeben, welche aber ſämmtlich nur Conſequenzen jener 6 eigentlichen Elemente ſind. Die mittlere Anomalie nämlich folgt offenbar aus der gleichzeitigen (2) mittleren Länge in der Bahn, wenn davon die (4) Länge des Perihels abgezogen wird * (ein rechnendes Beiſpiel unten bei der verſprochenen nachträglichen Betrachtung des neuen Planetoiden Hebe): die mittlere tägliche Bewegung iſt nichts als der Quotient des Vollkreiſes (360°) um den Brenn- (Kraft-, Central-) Punct des Bahnlaufes durch die

* Für Leſer, wie ich Sie mir denke, nicht für Aſtronomen, hier eine Bemerkung. Solche Leſer müßten mich nämlich fragen: wie kann man dieſe „Epoche," worunter man (vergl. d. Art. S. 333) doch den, beim Ausgange von einem gewiſſen Bahnpuncte mit mittlerer (durchſchnittlicher) Geſchwindigkeit erreichten andern Bahnort des Planeten verſteht, kennen, da die Beobachtung vielmehr nur zu wahren Längen verhilft?

Antwort: Die Beobachtung gibt allerdings zunächſt nur wahre Längen in der Bahn, zugleich aber, mit Bezug auf die Länge des Perihels, auch wahre Anomalien, woraus (vergl. ebenfalls dieſen Artikel) die mittleren Anomalien, d. h. die mittleren Abſtände vom Perihel, und, da in dieſem Puncte die mittlere der wahren Länge gleich iſt, auch die verlangte mittlere Länge für den Moment der Beobachtung folgt, von welchem Momente man demnächſt nur mit der mittleren Geſchwindigkeit weiter zu rechnen braucht, um den mittleren Bahnort für jede andere Zeit (eben die „Epoche") zu haben.

** Ich ſetze hier nicht hinzu „in der Bahn," indem es bei dieſer Länge einer weiteren Unterſcheidung von der Länge in der Ekliptik nicht bedarf, da man, wie wir (z. B. aus dem Collectiv-Artikel Planetoiden, S. 327) wiſſen, in der Planetenbahn, vom aufſteigenden Knoten an, rückwärts einen der „Länge dieſes Knotens" in der „Ekliptik" gleichen Bogen nimmt, und von deſſen andern (weſtlichen) Endpuncte die Längen in der Bahn zählt, demzufolge die Knotenlänge in der Bahn und in der Ekliptik alſo gleich iſt.

* Dieß ſetzt alſo eine größere mittlere Länge als Anomalie, d. h. das Perihel zwiſchen dem Anfangszählpuncte und dem Planeten, voraus; wäre umgekehrt letztere dagegen größer, ſo ſind erſt noch 360° hinzuzufügen. Iſt z. B., um die Sache ſo überſichtlich als möglich zu machen, die Länge des Perihels 2°, des Planeten 1° (dieſer alſo zwiſchen jenem und dem Anfangszählpuncte), ſo bringt der oben geforderte Abzug der Länge des Perihels (2°) von der Länge des Planeten (1°) — 1°, wozu 360° addirt werden müſſen, wenn man die dann Statt findende Anomalie der 359° haben will.

(1) Umlaufszeit, und die größte Mittelpunctsgleichung (den größten, zwiſchen mittlerer und wahrer Anomalie auflaufenden Unterſchied) endlich haben wir (Gleichung der Bahn, S. 645) lediglich als eine Function der (3) Excentricität kennen gelernt.

Was die Größe der Veſta anbetrifft, worauf ich hier zurückkommen wollte, ſo folgt ihre Oberfläche aus dem oben p. p. = 50 Meilen gefundenen Durchmeſſer = höchſtens 10000 Quadratmeilen (0,001 der Erdoberfläche, ſ. Erde, S. 367), demgemäß ſie daran ſelbſt von unſerem Monde, deſſen Oberfläche (vgl. d. Art. S. 156) doch 700000 Quadratmeilen beträgt, noch 70 Mal übertroffen wird. Weitere Dimenſionen gebe ich bei der Unſicherheit der betreffenden Meſſung nicht an; ſo viel iſt indeß gewiß, daß die Maſſe der Veſta, gleich den Maſſen der übrigen Planetoiden, höchſt unbedeutend ſeyn muß, da gar keine daher rührende Störungseinflüſſe zu bemerken ſind.

Von der Naturbeſchaffenheit dieſes Planetchens weiß man, mit Ausnahme der obigen, aus ſeinem unverhältnißmäßig ſtarken Glanze hergenommenen Andeutung, Nichts; der Olbers'ſchen Hypotheſe der Entſtehung der Veſta, ſammt der übrigen Planetoiden, aus dem Zerberſten eines größeren Weltkörpers aber habe ich bereits in jenem Artikel S. 326 Erwähnung gethan. Allein dieſe Hypotheſe hat, wie ich auch ſchon l. c. hervorhebe, viel Gezwungenes und Zweckwidriges, da die Gottheit (der — Band I. S. 1018 flgd. — „Himmels-Architect“) Ihre Welten nicht bauet, um ſie nachher wieder zerſpringen zu laſſen, jedenfalls aber dieß Zerſpringen, der Grund ſey nun, welcher er wolle, vorhiſtoriſchen Zeiten angehören müßte, da es doch gewiß höchſt unwahrſcheinlich iſt, daß ein größerer Planet zwiſchen Mars und Jupiter hätte unbemerkt bleiben und erſt in ſeinen vereinzelten Bruchſtücken entdeckt werden ſollen.

Etwas Weiteres habe ich über den ſpeciellen Planetoiden Veſta nicht anzuführen, und komme daher zur Vervollſtändigung des General-Artikels Planetoiden, bevorwortetermaßen, nun zu den indeß wieder neu entdeckten beiden Planetoiden Hebe und Iris.

Die Entdeckung der Hebe verdanken wir abermals dem glücklichen Drieſen'er Aſtronomen Dr. Hencke, welcher, angeführtermaßen, nicht weniger auch die Aſträa aufgefunden hat, und der uns aus dem citirten Art. Planetoiden, S. 326, näher bekannt iſt. Jene Entdeckung der Hebe gelang ihm am 1ſten Juli 1847; und ſchon nach wenigen Tagen eigener Beobachtung * gaben die verdienten Berliner Aſtronomen Dr. Galle und D'Arreſt, in Verbindung mit dem Director der dortigen Sternwarte, unſerem berühmten Encke, eine Bahn dieſes neuen Planetoiden an, deren Elemente ** ich, wie ich ſie in Nr. 606 der „Aſtronomiſchen Nachrichten“ des Altonaer Aſtronomen Schumacher finde, hier folgen laſſe:

* Meine Leſer wiſſen nämlich aus mehreren Stellen unſeres Werkes, namentlich noch erſt aus Uranus (Seite 618), daß drei, aber wenigſtens um einige Tage auseinander liegende, vollſtändige Beobachtungen, nämlich 3 gerade Aufſteigungen mit den zugehörigen 3 Abweichungen, alſo zuſammen 6 Data hinreichen, um die (obigen) eben ſo vielen (6) eigentlichen Elemente einer Geſtirnbahn daraus herzuleiten. — Ein ſchon verſprochener Anhang dieſes zweiten Bandes wird es noch näher zeigen.

** Ein ſpäter von den Berliner Aſtronomen, namentlich D'Arreſt, aus Beobachtungen am 5ten und 21ſten Juli und 6ten Auguſt 1847 berechnetes Elementenſyſtem, welches ſich von dem obigen vielleicht noch etwas, beſonders in der Länge des Perihels, unterſcheidet, mir aber in ſeinem ganzen Detail noch nicht bekannt iſt, ſtellt, wie man mir eben meldet, die daraus abgeleiteten geocentriſchen Himmelsorte der Hebe genau den Beobachtungen gemäß dar; der Calcül mit dieſen Elementen rechnet die Himmelsorte der Hebe ſo her, wie ſie die Beobachtung wirklich zeigt. — Schöner neuer Triumph von Gauß (des großen Göttinger Aſtronomen) öfter citirter „Theoria motus corporum coelestium,“ nach deren Anleitung jene Elementenbeſtimmung ausgeführt worden iſt.

Elemente der Hebe.

1847. Juli 10. Mittlerer Berliner Mittag.

Mittlere Länge	288° 24′ 39″	Der praktiſche Aſtronom zeichnet dafür bloß:
Mittlere Anomalie	269° 52′ 41″	
Länge des Perihels	18° 31′ 58″ *	. . π.
„ „ aufſteigenden Knotens .	138° 36′ 15″	. . . Ω.
Neigung der Bahn	14° 46′ 43″	. . . i („Inclinatio“).
Excentricitätswinkel **	10° 54′ 49″	. . . φ („Function“), wogegen die „Excentricität ſelbſt nur durch e angedeutet wird.
Logarithmus der halben gr. Axe (worauf ich unten zurückkomme) . .	0,38000 .	log a (a = „halbe große Axe“), zuweilen ſteht auch für die mittlere Länge nur M, und für die mittlere tägliche Bewegung μ.
Mittlere tägliche Bewegung	950″.	

* Die Leſer ſehen, wie ich hier rechnend zu zeigen verſprochen hatte, daß die „mittlere Anomalie“ aus der „mittleren Länge“ erhalten wird, wenn man von letzterer die (wahre = der mittleren, da der wahre und mittlere Planet — vergl. d. Art. — im Perihel zuſammen ſind) „Länge des Perihels“ abzieht, indem die obige mittlere Länge der 288° 24′ 39″ — der Länge des Perihels von 18° 31′ 58″ in der That die entſprechende „mittlere Anomalie“ der 269° 52′ 41″ gibt. — Wenn ich für Aſtronomen, welche dieſe Anmerkung höchſt überflüſſig finden werden, ſchriebe, ſo würde ich dieſelbe unterdrückt haben; ich ſchreibe aber für mein Publicum.

** „Excentricitätswinkel?“ Die Excentricität ſelbſt der Hebe (halbe große Axe der Bahn = 1) iſt (alſo linear) 0,1891; betrachtet man dieſe Zahl aber als Sinus für die halbe große Axe als Radius (1), ſo gehört dazu wirklich der obige „Winkel“ der 10° 54′ 49″, welchen der mittlere Radius vector (die halbe große Axe) mit der halben kleinen Axe (und der Excentricität ſelbſt) an dem Umfange der Ellipſe (der Planetenbahn) bildet, und welcher deßhalb der „Excentricitätswinkel“ heißt, und als ſolcher bei der Berechnung des Planetenortes gebraucht wird.

Iſt derſelbe ſo klein, daß er unmittelbar den Ausdruck der linear gegebenen Excentricität in Bogen gewährt (daß der Sinus [die Excentricität ſelbſt] und der zugehörige Winkel [Bogen] für einander geſetzt werden dürfen); ſo wendet man ihn dieſergeſtalt an. Die Nothwendigkeit des Ausdruckes der Excentricität in Bogen (in Graden, Minuten, Secunden) erhellt aber (vergl. d. Art. S. 408) folgendergeſtalt: Was will man nämlich bei der hier beabſichtigten Berechnung eines Planetenortes aus den Elementen, beſonders aus der „Excentricität,“ zunächſt eigentlich wiſſen? Offenbar die wahre Anomalie (v) aus der mittleren Anomalie (m), wofür ſich die Relation mit Zuziehung eben der „Excentricität“ (e) durch (Gleichung der Bahn, S. 640) die Gleichung

$$v = m \pm 2e . \sin m$$

gegeben findet. Hier ſind nun aber v und m natürlich in Bogen ausgedrückt, und e muß es alſo auch ſeyn, damit das die „Excentricität“ enthaltende zweite Glied mit ſeinem Zeichen, dem m, gleich hinzugefügt werden kann. Behufs dieſer Convertirung hat man ſich aber aus dem citirten Art. Excentricität daran zu erinnern, daß die linear = 1 geſetzte halbe große Axe (der Radius) in Bogen dagegen 206264 Secunden hält, und daß alſo, um die voran als Bruchtheil dieſer halben

Den Namen „Hebe“ aber hat dieſem neuen Planetoiden, auf Anſuchen des Entdeckers und mit Beiſtimmung des Berliner Aſtronomen Encke, unſer, nur eben erſt genannter Gauß beigelegt, auch das Zeichen ⊻ dafür gewählt.

Ueber die Dimenſionen deſſelben iſt dagegen bei ſeiner außerordentlichen Kleinheit, welche noch keine Meſſung des Durchmeſſers zugelaſſen hat,* bis jetzt Nichts beſtimmt, und noch weniger würde ſich demnach über ſeine phyſiſche Beſchaffenheit ſagen laſſen, daher ich die Betrachtung dieſes neuen Planetoiden Hebe hiermit beende und gleich zur Iris, derentwegen auch ſchon Eingangs hierher verwieſen iſt, übergehe.

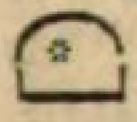
Iris wurde entdeckt am 13ten Auguſt des laufenden Jahres (1847) durch den Engliſchen Aſtronomen Hind; und wieder war es der oben genannte fleißige D'Arreſt, welcher nach den, von mir als nothwendig nachgewieſenen drei vollſtändigen Beobachtungen die nachſtehenden, auf den Entdeckungstag reducirten Elemente dieſes zweiten der beiden neueſten Planetoiden berechnete, und die ich nun gleich mit der voran dafür nachgewieſenen gewöhnlichen aſtronomiſchen Bezeichnung hier folgen laſſe:

Elemente der Iris.**

Epoche 1847. Aug. 13. Mittlerer Berliner Mittag.

Mittlere Länge (M)	297° 56′ 17″.	
Länge des Periheliums (π)	38° 49′ 56″	*** m. Aeq. 1847. Jan. 0.
Länge des aufſteigenden Knotens (☊) . . .	258° 52′ 25″	
Neigung der Bahn (i)	5° 22′ 16″.	
Excentricitätswinkel (φ)	14° 28′ 44″.	
Logarithmus der halben großen Axe (log a), nämlich halbe große Axe der Erdbahn = 1	0,38000.	
Mittlere tägliche Bewegung (μ)	950″.	

Wenn meine Leſer dieſe mittlere tägliche Bewegung, gleichwie den Logarithmus der halben großen Axe mit denſelben Elementen bei der Hebe, wie ich dieſerwegen ſchon hierher verwieſen habe, vergleichen, ſo werden Sie dieſelben gleich finden; das nämliche Verhältniß gleicher Abſtände von der Sonne, und alſo gleicher Umlaufszeiten, hat aber (Planetoiden, S. 324) für Ceres und Pallas Statt; — und es veroffenbart ſich hier alſo der höchſt merkwürdige Umſtand, daß Hebe und Iris in dieſem Bezuge gerade eben ſo verſchwiſtert ſind, wie Ceres und Pallas.

Als Zeichen für ſeinen Planetoiden Iris hat Hind den Regenbogen durch die Linie des Horizonts begrenzt, mit einem Sterne im Halbkreiſe, nämlich ſo

gewählt. Etwas Weiteres iſt von dieſem neuen Geſtirn aber auch noch nicht zu berichten, und ich ſchließe daher hiermit den ganzen betreffenden Vortrag,

großen Axe (des Radius) = 0,189 gefundene „Excentricität“ auch in Secunden (in Bogen) zu haben, geſetzt werden muß

1 : 0,189 = 206264″ : x,

wodurch im Verhältniſſe augenſcheinlich Nichts geändert wird, und wodurch ſich alſo, wie ich zeigen wollte, jene Nothwendigkeit des Bogenausdruckes der Excentricität deutlich ergibt.

* Doch ſteht, wie mir eben der Entdecker ſelbſt mittheilt, Aſträa an ſcheinbarem Durchmeſſer der Hebe noch nach. — Die näheren Ermittlungen hierüber bleiben indeß billig einer ſpäteren Zeit vorbehalten.

** Ein anderes, vom Aſſiſtenten an der Göttinger Sternwarte, Goldſchmidt, berechnetes, mir eben zugehendes Elementenſyſtem weicht nicht bedeutend von den obigen Ermittlungen ab.

*** Wegen der Bedeutung hiervon, welches heißen ſoll „mittleres Aequinoctium am Mittage des 31ſten Decbr. 1846,“ muß ich verweiſen auf Nachtgleiche, S. 208, und Planetoiden, S. 327.

indem ich in literariſcher Hinſicht nur noch bemerke, daß ich ſelbſt mit dem Plane eines eigenen Werkes über die Geſammtheit der Planetoiden umgehe, welches nach Vollendung dieſes „Aſtronomiſchen Wörterbuches“ an das Licht treten ſoll.

Vollmond; Plenilunium; *Pleine Lune.* Dieſen Namen gibt man der Erſcheinung der völlig erleuchteten Mondſcheibe, oft auch der Zeit, zu welcher wir die Erſcheinung ſehen. Im Allgemeinen iſt von dieſer Sache zwar ſchon im Collectivartikel Mondphaſen gehandelt worden, ich muß mich indeß über dieſe beſtimmte Phaſe des „Vollmondes,“ gleichwie es über „Neumond“ geſchehen iſt, ebenfalls ſpeciell äußern.

Die ſich (vgl. Scheibengeſtalt der Geſtirne) aus ihrer Entfernung ſchon zur Scheibe verflacht darſtellende Halbkugel des Mondes erſcheint uns ganz erleuchtet, wenn dieß Geſtirn bei ſeinem Umlaufe um die Erde in eine ſolche Stellung gekommen iſt, da es die der Sonne zugekehrte Hälfte eben auch ganz gegen uns wendet; in dieſer Stellung wird der Mond von der Erde aus der Sonne gerade gegenüber, d. i. in Oppoſition (vergl. d. Art.) mit ihr erblickt; ſeine (geocentriſche) Länge (ſ. auch dieſen Artikel) iſt dann von der (geocentriſchen) „Länge“ der Sonne* um 180° verſchieden; er geht alsdann (ich abſtrahire von den Einflüſſen der Parallaxe und Strahlenbrechung) ungefähr auf, wenn die Sonne untergeht, und dagegen wieder unter, wenn ſie aufgeht, culminirt (wenigſtens nur mit dem geringen Unterſchiede, über welchen ich mich im ſchon citirten Art. Oppoſition, S. 235, erkläre) um Mitternacht, und iſt demzufolge die ganze Nacht ſichtbar. Dieſelbe Lage hat zugleich ſtets der Erdſchatten, welcher alſo nie anders als zur Zeit des „Vollmondes“ dieſes Geſtirn treffen und daſſelbe unter Mitbedingungen, welche ſich in Finſterniß, S. 461, entwickelt finden, verfinſtern kann.

Die Erſcheinung des „Vollmondes“ fällt (durchſchnittlich: denn die Ungleichheiten des Mondlaufes können darin einige Zeitverſchiedenheit hervorbringen) 14 Tage 18 Stunden 22 Minuten nach dem Augenblicke des Neumondes, indem wir die ganze Zeit von einem Neumonde bis zum nächſten (die Dauer der Lunation; beſonderer Artikel) = 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten gefunden haben, wovon jener Betrag die genaue Hälfte abgibt. Der „Vollmond“ halbirt nämlich, der Natur des Vorganges gemäß, die Reihe und die Zeit der Monderſcheinungen (Mondphaſen; wiederum eigener Artikel) dergeſtalt, daß vor ſeinem Eintritte der Mond zunehmend, und nachher dagegen abnehmend, vorher Abends ſichtbar und Nachts untergehend, nachher Nachts aufgehend und bis zum Sonnenaufgange hin ſichtbar iſt.

Aufmerkſameren Mondbeobachtern wird, wie ich gleich noch hervorhebe, aufgefallen ſeyn, daß die Mondflecken (Mond, S. 160): Berge, Wälle u. ſ. w., im „Vollmonde“ ein ganz anderes Anſehen, als in den übrigen Phaſen haben. Dieß rührt daher, daß die Sonne beim Vollmonde beſonders die um die Mitte der ſichtbaren Mondſcheibe ſtehenden Ungleichheiten faſt ſenkrecht beſcheint, daher ſie viel kürzere Schatten werfen und man alſo wenig von dergleichen „Schlagſchatten“ gewahr wird, welches natürlich jenes veränderte Anſehen bewirken muß.

Nicht weniger überraſcht es, den Vollmond Winters im Meridian ſo ſehr viel höher, als Sommers zu finden. Allein da der „Vollmond,“ angeführtermaßen, der Sonne gerade gegenüber

* Ich füge, obwohl ſich dieß von ſelbſt zu verſtehen ſcheint, doch „geocentriſch“ hinzu, indem ich, wofern ich mich dagegen auf die Sonne bezöge, vielmehr ſagen müßte: Vollmond tritt für uns ein, wenn die heliocentriſchen Längen des Mondes und der Erde gleich ſind, d. h. wenn der in der Sonne angenommene Beobachter den Mond und die Erde beiſammen im nämlichen Breitenkreiſe (im nämlichen, vom Pole der Ekliptik — ſenkrecht — auf die ſelbſt herabgelaſſenen Viertelkreiſe), d. h. in Conjunction findet. — Dieſen Geſichtspunct für den Vorgang ſtelle ich hier übrigens (vergl. wieder Oppoſition, S. 235) nicht ohne Abſicht auf.

ſieht, die Sonne bei uns aber im Winter einen tiefen und im Sommer einen hohen Stand hat, ſo iſt es (wieder Mond, S. 150) natürlich, daß für den Vollmond gerade das umgekehrte Verhältniß eintreten muß.

Endlich will ich noch zeigen, wie man ſich die Zeit des Eintrittes des Vollmondes ſelbſt berechnen kann. Die Leſer werden mir zwar einwenden, dieſe Zeit ſey ja ſchon in jedem Kalender angegeben; allein ich hatte z. B. im Januar v. J. (1846) gerade keinen Kalender, ſondern nur Mond- und Sonnentafeln zur Hand, und mußte doch den erſten „Vollmond" dieſes Jahres ſogleich wiſſen; wie fängt man Das wohl an? — Wir wiſſen aus dem Vorangehenden, daß der Vollmond eintritt, wenn der wahre Längenunterſchied zwiſchen Sonne und Mond eben 180° beträgt. Nun erſah ich aus den Tafeln, daß die wahre Länge der Sonne am 12ten Januar dieſes Jahres, Berliner Mittag, . . 291° 56′,
die wahre Länge des Mondes zur ſelbigen Zeit aber . 110° 37′,

und der Längen-Unterſchied alſo . . . . 181° 19′
ſey; — wann, war demnach die Frage, wird dieſer Unterſchied eben = . . . 180° —,

d. h. in wieviel Zeit (x) wird der Mond der Sonne, welche ihm hier in Länge voraus iſt, um den dazu noch fehlenden . . . . 1° 19′
näher gerückt ſeyn? Die nämlichen Tafeln belehren mich aber, daß die Länge des Mondes an dieſem Datum vom Mittage, wo ſie die obigen 110° 37′ betrug, bis Mitternacht auf . . . . 116° 33′,

alſo in 12 Stunden um . 5° 56′
wächst; und ich habe alſo die Proportion

5° 56′ : 12 Stunden = 1° 19′ : x
356 Bogenmin. : 12 St. = 79′ : x,

woraus x nahe = 2 Stunden 40′ kommt, und welches alſo zeigt, daß der geſuchte Vollmond am 12ten Januar 2 Stunden 40 Minuten Nachmittags eintritt.* — Dieß wird, vergl. die Anmerk., hinreichen; und ich beſchließe alſo damit den Art. „Vollmond," indem ich nur noch in literariſchem Bezuge bemerke, daß ſich Näheres über dieſe Berechnung der (Neu- und) Vollmonde in des verewigten Wiener Aſtronomen Littrow „Calendariographie." Wien. 1828. gr. 8. S. 248 und 529 findet, gleichwie ich ſelbſt aus des uns mehrfach bekannt gewordenen Gothaer Aſtronomen v. Zach „Correspondence astronomique" Band XI. S. 120 dazu dienende Tafeln am Schluſſe des Art. Mondphaſen beigebracht habe.

Volumen, körperlicher Inhalt, Umfang; Volumen; *Volume*. Die Größe des Raumes, welchen ein Körper einnimmt; — in unſerem aſtronomiſchen Sinne namentlich dieſer von einem Weltkörper im Univerſum eingenommene Raum. Auf die gewöhnlichen metaphyſiſchen Erörterungen, womit man die Betrachtung über „Raum" anzuheben pflegt, habe ich hier nicht einzugehen; Jedermann verſteht mich vollkommen, wenn ich

* Eine genauere Rechnung gibt 2 St. 55′. Denn ich habe oben, wie man ſieht, die Sonne ſtillſtehend angenommen, da ſie doch indeß in Länge gleichfalls Etwas vorrückt. Dieſes Vorrücken beträgt binnen 24 Stunden ziemlich 1°; und ich hätte alſo erſt ferner fragen ſollen, wie viel trägt dieß auf die zunächſt gefundenen 2 St. 40′ aus, und welche Zeit gebraucht alſo der Mond ſodann noch, um auch dieß Stückchen Weges (Länge) zurückzulegen, und der alſo weiter gegangenen Sonne doch bis auf die 180° nahe zu kommen? — Das Detail letzterer Corrections-Rechnung will ich jedoch meinen Leſern ſelbſt anheim geben, indem ich Sie hierdurch wenigſtens im Allgemeinen ſchon überzeugt habe, daß, da der Mond demnach auch noch etwas weiter gehen muß, zugleich etwas mehr Zeit (nämlich die 2 St. 55′ ſtatt der 2 St. 40′) erfordert wird. Oder ich überlaſſe gelehrteren Leſern auch, gleich nur die Differenz der Mond- und Sonnenbewegung einzuführen, welches ich nicht gewollt habe, weil mein Vortrag dadurch vielleicht an der von mir beſonders beabſichtigten Anſchaulichkeit verloren haben würde.

z. B. ſage, die Kugel (der Körper) des Jupiter (S. 820) ſey ſo groß, übertreffe die Erdkugel an „Volumen" ſo ſehr, daß man aus ihr 1300 dieſer letzteren an ihrem körperlichen Inhalte („Volumen") gleiche Kugeln ſchneiden könne. Dieß reicht unter unſerem Geſichtspuncte über den Begriff von „Volumen" an ſich vollkommen hin, indeß ſich die Beziehung von „Volumen" zur Dichte, d. h. zur mehreren oder minderen, in dieſem Volumen enthaltenen Materie (der gedrängteren oder lockereren Diſtribution der Atome durch das „Volumen"), und zur Maſſe (zum Gewichte des den betreffenden Raum einnehmenden Körpers), in dieſem letzteren Artikel Maſſe vollſtändig auseinander geſetzt findet.

Vorrücken der Nachtgleichen; **Praecessio s. Anticipatio* aequinoctiorum;** *Précession des équinoxes.* Man bezeichnet mit dieſem Namen diejenige ſcheinbare Bewegung (zunächſt, vergleiche d. Anmerk.**) aller „Fixſterne", durch welche die Länge eines jeden derſelben, bei unveränderter gegenſeitiger Stellung, jährlich etwann um $50\frac{1}{3}$ Secunden, oder in $71\frac{1}{2}$ Jahren um einen vollen Grad vergrößert (und ſomit zugleich gerade Aufſteigung und Abweichung verändert***) wird (und nur die Breite ganz unverändert bleibt).

Wir wiſſen, daß die „Längen" und „geraden Aufſteigungen" der Geſtirne vom (Widder-, d. h.) Frühlings-Nachtgleichenpuncte (vergl. d. A.), und auf welchen ich mich daher allein zu beziehen brauche, an gezählt werden, und daß ſich dieſer Punct dadurch bezeichnet findet, daß (S. 586 d. citirten Artikels) die Sonne (ihr Mittelpunct), wenn ſie ſich eben in demſelben (im Frühlingspuncte) befindet, gar keine Abweichung zeigt. Beobachtet man nun alljährlich zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche (ſ. auch den Artikel Nachtgleiche, Zeit der), da dieſer Sonnen-Eintritt in den gedachten Frühlingspunct erfolgt, an mehreren Tagen hinter einander die Mittagshöhen der Sonne, ſo werden ſich dabei entweder zwei folgende Mittage finden, an deren einem die Sonne noch ſüdliche, am andern aber ſchon nördliche Abweichung hat; oder es wird zuweilen auch vorkommen, daß die Abweichung gerade im Mittage 0 iſt; und wenn man alſo (in einem ſolchen Jahre und) an einem ſolchen Tage die Sonne mit einem Fixſterne vergleicht, ſo erhält man dadurch alsbald die gerade Aufſteigung des Fixſterns (und damit die Lage des Frühlingspunctes)*, aus welcher „geraden Auf-

* Sprachliche Bemerkung. Aus unten folgenden Gründen beſſer „*Retrogressio*," gleichwie man ſtatt „Vorrücken," wenn man einmal nicht „Rückrücken" einführen will, doch bloß „Fortrücken" oder „Verrücken ſagen ſollte, wobei wenigſtens nicht eine falſche Richtung bezeichnet würde, indem „Fortrücken" nur Ortsveränderung, abgeſehen von der Richtung, ausdrückt.

** Eigentlicher, wie wir unten näher ſehen werden, aller Geſtirne, da die Längen z. B. der Planeten nicht weniger von der „Nachtgleiche" (dem Frühlingspuncte) an gezählt werden.

*** Man könnte gleich fragen, warum hier „verändert," im Gegenſatze des vorangehenden „vergrößert," ſteht? Allein es „vergrößert" ſich beim Vorrücken der Nachtgleichen in der That unausnamentlich nur die Länge; die gerade Aufſteigung und Abweichung dagegen „vergrößern" ſich, wie wir unten näher ſehen werden, zwar bei einigen Sternen, verringern ſich aber bei andern.

* Nehmen wir demnach an, der obige Fall, daß die Sonne (ihr Mittelpunct) gerade im Mittagsaugenblicke, z. B. des 21ſten März, als dem gewöhnlichen Termine ihres Eintrittes in den Frühlingspunct (des Frühlingsanfanges), gar keine Abweichung gezeigt habe, alſo eben genau in dieſem Puncte geweſen ſey; ſo brauchte man zum ſelbigen Augenblicke nur die Sternuhr auf 0 zu ſtellen, und dann die Culminationszeit irgend eines folgenden (öſtlicheren) Fixſterns zu beobachten, und wär hiernach gewiß, daß, wenn dieſe Culmination z. B. um 5 Uhr Abends erfolgte, die gerade Aufſteigung deſſelben Sterns (5 . 15 =) 75° betrage, und der Frühlingspunct demgemäß

ſteigung“ ſodann die Länge des Sterns
für die nämliche Zeit folgt. Wiederholt
man aber dieſelbe Beobachtung nach Ei-
nem oder einigen Jahren, und wo alſo
der nämliche Umſtand, daß die Sonne
beim Frühlingseintritte eben im Mittage
gar keine Abweichung zeigt und damit
den Frühlingspunct bezeichnet, wie-
der Statt hat, ſo findet man eine Zu-
nahme jener früher ermittelten Länge
deſſelben Fixſterns, und zwar von den Ein-
gangs angegebenen (durchſchnittlichen)*
$50\frac{1}{3}$ Secunden auf jedes Jahr. Die
Beobachtung läßt den Vorgang ſo er-
ſcheinen, als wenn ſämmtliche Fix-
ſterne (in, oder) parallel mit der
Ekliptik nach Oſten (nach der Folge
der Zeichen, ſ. d. A.) fortrückten, wo-
bei ſich demnach, angeführtermaßen, ihre
Länge, gerade Aufſteigung und
Abweichung ſämmtlich verändern,
und nur ihre Breite ganz unverän-
dert bleibt: ſie ſcheinen, nach der
bezeichneten Richtung, in Kreiſen fortzu-
gehen, welche der Ekliptik parallel ſind,
ſo daß es das Anſehen gewinnt, als dre-
heten ſich die Sterne um die Pole der
Ekliptik. Dieß kann nun entweder von
einem wirklichen Vorrücken der Fixſterne
oſtwärts, „rechtläufig“ (nach der Lin-
ken), oder einem Rückrücken des Früh-
lings-Nachtgleichenpunctes, von welchem
an, wie geſagt, die Längen der Ge-
ſtirne (vergl. d. A.) gezählt werden,

auf dem Aequator in 75° (weſtlichen)
Abſtandes von dieſem Sterne liege. —
Noch andere Methoden im Art. Funda-
mentalſterne; für eine bloße deut-
liche Einſicht von der Sache reicht jedoch
die hier gewählte Darſtellung vollkom-
men hin, und das Weitere ergibt ſich
nun oben.

* Die Nachtgleichen verrücken ſich nämlich
(ſ. Gleichung der Nachtgleichen-
puncte und auch gleich hinten), aus
den nachher noch näher zu entwickelnden
Gründen, nicht alljährlich um ein
gleich großes Maß, und die obigen
$50\frac{1}{3}$'' ſind daher in der That nur das
„Durchſchnitts“-Ergebniß einer Reihe von
mehreren Jahren, für welche eine Com-
penſation der Wirkungen vergrö-
ßernder und verkleinernder Ein-
flüſſe angenommen werden muß.

weſtwärts (nach der Rechten hin)
herrühren.

Man ſtelle ſich Fig. 4. der Tafel XXII.
unter **EL** die Ekliptik, unter **AQ** den
Aequator vor, deren beider Durchſchnitts-
(der „Frühlings“-„Widder“-) Punct ♈
den Anfangszählpunct der Ekliptik abgibt.
Wenn nun z. B. der Stern gamma im
Bilde des Widders, deſſen Länge vor
etwann 2000 Jahren, da er ſenkrecht
über ♈ ſtand, = 0 war, jetzt eine
Länge von mehr als 30° oder 1 Zeichen
zeigt, ſo kann dieß alſo entweder daher
kommen, daß dieſer Stern parallel mit
der Ekliptik vorwärts (öſtlich, nach
der Folge der Zeichen, links) um 30°
von gamma bis g gerückt iſt, indeß ♈
feſt auf 0 blieb; oder aber der Stern
kann auch unverrückt die durch gamma
bezeichnete Stelle behauptet haben, und
nur der Frühlingspunct ♈ dage-
gen in der Ekliptik eben ſo weit von 0
bis ♈ zurück (weſtlich, wider die
Folge der Zeichen, rechts) gegangen ſeyn.

Es wird beim heutigen Zuſtande der
Aſtronomie keinem Menſchen mehr einfal-
len, jenes Erſtere anzunehmen, da man
hierbei unzählbaren und unermeßlich weit
entfernten Sternen (Sonnen) eine ge-
meinſchaftliche Bewegung, mit Beziehung
auf die gegen ſie, ganz unbedeutende Erd-
kugel beilegen müßte. Hingegen wird
Alles äußerſt einfach, wenn man die ganze
Erſcheinung aus der angegebenen bloßen
Verrückung des Punctes ♈ (des ſo be-
zeichneten „Widderpunctes“) von 0 gegen
r erklärt. So muß man auch den Vor-
gang nach dem Syſteme des Coperni-
kus (vergl. d. zweite folgende Anmer-
kung und hinten, wo ich hierauf zurück-
komme): „De revolutionib. orbium coe-
lestium libri VI.“ (mehrere Ausgaben;
die erſte. Nürnberg. 1543. Fol.) III.
1. nothwendig anſehen. Nun geht zwar
die Richtung von 0 nach r, wie geſagt,
rechts, alſo wider die Folge der
Zeichen, und man ſollte alſo, weßhalb
ich eben gleich Eingangs hierher verwie-
ſen habe, dieſe Bewegung des Widder-
punctes (der Frühlingsnachtgleiche,
oder, da die gegenüberliegende Herbſt-
nachtgleiche die Bewegung natürlich theilt,
beider Nachtgleichen) vielmehr ein „Rück-
wärtsgehen“ (Retrogressio; Rétrogres-
sion) nennen; indeß iſt der dafür ge-

wählte Ausdruck des „Vorrückens“ einmal eingebürgert, ſo daß es dabei wohl wird bleiben müſſen.

Hipparch* von Nicäa fand, wie uns Ptolemäus im 7. Buche ſeines „Almageſt“ berichtet, ſchon 128 vor Chriſtus die Längen der Sterne, in Bezug auf die Aequinoctialpuncte, über 2° größer**, als ſie die älteren Aſtronomen Timocharis und Ariſtylles um 290 vor Chriſtus, alſo etwann 160 Jahre früher (ich habe gleich Eingangs die Längenzunahme auf 1° in 71½ Jahre angegeben) ermittelt hatten; und die nämliche Zunahme der Längen zeigte ſich ihm bei Vergleichung ſeiner Beobachtungen mit den noch älteren des (griechiſchen) Aſtronomen Eudoxus (eines Zeitgenoſſen von Plato). Seit dieſer Zeit bis jetzt, alſo ſeit etwann 2 Jahrtauſenden, haben die Längen der Sterne um ziemlich

* **Hipparchus** aus Nicäa in Bithynien, und daher von manchen Schriftſtellern auch *Hipparchus Bithynus* genannt, einer der ausgezeichnetſten, wo nicht der größte unter allen Aſtronomen des Alterthums, und über welchen ich hier biographiſche Notizen verſprochen hatte, lebte zu Rhodus und Alexandria im vorletzten Jahrhunderte vor Chriſtus, und darf als der erſte Anordner ſyſtematiſcher Behandlung der aſtronomiſchen Wiſſenſchaften betrachtet werden. Seine Arbeiten in der Theorie des Mondes ſind ſchon in dieſem Art. S. 171 angeführt; er machte ſich aber nicht weniger verdient um die Theorie der Sonne, entdeckte die Zeitgleichung (ſ. Gleichung der Zeit), das hier in Rede ſtehende „Vorrücken der Nachtgleichen“ u. ſ. w., und verfertigte den erſten Sternkatalog (ſ. Fixſtern-Verzeichniſſe, S. 574). Von ſeinen vielen Schriften haben ſich nur einige Abhandlungen, abgedruckt in des Jeſuiten Petavius „Uranologion.“ (Paris. 1630. Fol.), erhalten; den Sternkatalog aber hat Ptolemäus in ſeinen, bekanntlich ganz auf uns gekommenen „Almageſt“ aufgenommen. — Eine ausführlichere Darſtellung, als ſie mein Werk geben kann, der aſtronomiſchen Wirkſamkeit dieſes ausgezeichneten Weltweiſen ſchließlich beim Lalande „Astronomie.“ §. 351 flgd., wo ſie aber 4 volle Quartſeiten einnimmt.

** Pontécoulant „Théorie analytique du système du monde“ (Paris. 1829. 4 B. gr. 8. II. 198.): „*Hipparque* paroît être le premier parmi les astronomes, qui ait remarqué que les étoiles ne sont pas fixes, relativement à nous, et que leur position rapportée à l'écliptique, varie dans les différens siècles. En comparant ses propres observations à celles de Timocharis, faites 160 ans auparavant, il s'aperçut que, dans ce mouvement, leur hauteur au-dessus du plan de l'écliptique restoit la même, en sorte que leurs *latitudes* n'étoient *point alterées*, tandis que leurs *longitudes*, rapportées à l'équinoxe *augmentoient* chaque année d'une quantité à peu près constante pour toutes les étoiles. Il conclut de là que la sphère céleste a un mouvement autour des pôles de l'écliptique, d'où résultent les changements observés en même tems dans les *ascensions droites* et les *déclinaisons* des étoiles, et l'invariabilité de leurs distances à ce même plan de l'écliptique, comme l'observation l'indique. *Copernic* (vergl. oben) occupé toute sa vie à substituer aux mouvements apparents des astres, leurs mouvements réels, et à redresser les erreurs nées des illusions de nos sens et d'un sentiment exagéré de l'importance de notre petite terre, reconnut que tous ces phénomènes pourroient s'expliquer en supposant (vergl. hinten) aux pôles de la terre un mouvement circulaire de rotation autour des pôles de l'écliptique. Pendant ce mouvement, l'inclinaison de l'équateur à l'écliptique reste la même; mais ses *noeuds*, ou les équinoxes, rétrogradent uniformément de 50″ par an, d'où résulte par conséquent un accroissement égal des longitudes des étoiles rapportées à ce point. C'est en cela que consiste le phénomène désigné sous le nom de la *précession des équinoxes*.“ — und welches manche Leſer hier wohl ſehr gern auch noch mit den Worten des Franzöſiſchen Analytikers dargeſtellt finden.

($\frac{2000}{71\,{}^1/_2}$ nahe =) 30° zugenommen. Sehr ſinnlich wird Dieß an den Sternbildern des Thierkreiſes (vergl. d. A.), welche jetzt nicht mehr in den (auch 30° enthaltenden) „Zeichen“ oder Theilen der Ekliptik ſtehen, wo ſie ſich ehedem befanden, wie denn z. B. (vergl. d. A. Ekliptik) das Sternbild des Widders, welches ſonſt wirklich das erſte Zeichen einnahm, jetzt durch die Fiſche verdrängt und in das zweite früher vom Stier behauptete Zeichen gerückt iſt, der ſeinerſeits gegenwärtig im dritten ſteht u. ſ. w. Daher hat man die wirklichen oder „ungebildeten“ Zeichen des Thierkreiſes (Dodecatemoria) von den „gebildeten“ (Asterismi; Astérismes) d. i. von den Sternbildern, deren Namen ſie nur noch führen, wohl zu unterſcheiden *.

Die (mittlere, die durchſchnittliche) Größe dieſes „Vorrückens der Nachtgleichen“, d. h. die daher rührende Längenzunahme der Fixſterne, beſtimmt man, wie wir dieſes vortreffliche Verfahren mit Hipparch ſchon oben angewendet haben **, alſo aus der Vergleichung möglichſt weit auseinander liegender Beobachtungen. So findet ſich die Länge der Kornähre der Jungfrau (Spica, α Virginis) angegeben

durch Hipparch („Almagest.“ VII. 2.)
128 vor Chr. 5 Z. 24° $0'$,
durch Lalande („Astr.“ zweite Aufl. §. 915) . 1750 nach Chr. 6 Z. 20° $21'$,

Unterſchied
in . . 1878 Jahren . 0 Z. 26° $21'$,

welches, im Durchſchnitte, auf 1 Jahr $50^1/_2''$ austrägt. Andere Vergleichungen geben ein, jedoch ſehr wenig verſchiedenes Reſultat (ich habe in Jahr, S. 800. $50''$, 1 angewendet), ſo daß Lalande (l. c.) im Mittel bei $50^1/_3''$, und für das Jahrhundert demnach bei 1° $23'$ $54''$ ſtehen bleibt.

Betrachtet man, wie wir oben gethan haben, dieſes wirkliche Rückrücken der Nachtgleichen zunächſt wieder als ein Vorrücken der Fixſterne, demgemäß ſie die angegebenen Kreiſe um die Pole der Ekliptik zu beſchreiben ſcheinen, ſo vollenden ſie dieſen (ſcheinbaren) Umlauf (nach meiner Rechnung, mit Bezug auf die obigen Daten) in ($71^1/_2 . 360$ =) 25740 (nach Lalande, l. c. bei etwas veränderter Annahme, in 25972) Jahren. Man nennt dieſe Umlaufszeit insgemein das große oder Platoniſche Jahr, unter welchem Namen in einem eigenen Art. hierher verwieſen iſt; allein die ältere Aſtronomie kennt mehrere ſolche Perioden; und der uns bekannte Franzöſiſche Aſtronom Bailly weist in ſeiner „Histoire de l'Astronomie ancienne“ (deutſche Ueberſetzung. Lpzg. 1777. gr. 8. Band II. 8ter Abſchnitt. §. 15.) nach, daß Plato vielmehr ſeinem „großen Jahre“ nur eine Dauer von 12000 gewöhnlichen Jahren beilegt, ſo daß Er alſo, bei vorausgeſetzter Beziehung auf das Vorrücken, angenommen haben müßte, daß dieſes Vorrücken alle tauſend Jahre ein volles Zeichen betrage; — die obige richtigere Beſtimmung der Dauer des „großen Jahres“ kann alſo nur einem ſpäteren Aſtronomen zugeſchrieben werden.

Um ſich das „Vorrücken der Nachtglei-

* Dieß will, vergl. Ekliptik, S. 298, alſo ſagen: Das erſte Zeichen („Dodecatemorion“) des Thierkreiſes (der Ekliptik), und welches dadurch beſtimmt iſt, daß ſich immer der mittelſt der oben angegebenen Beobachtungsmethode zu ermittelnde Frühlingsnachtgleichenpunct, als Anfangszählpunct, darin findet, führt zwar von Alters her noch den Namen des Sternbildes („Asterismus“) des Widders, wird aber, des Rückens jenes Punctes wegen, gegenwärtig vom andern Sternbilde der Fiſche eingenommen, indeß der Widder in der That ſchon im zweiten Zeichen ſteht, daher man alſo das Zeichen mit ſeinem Namen nicht mit dem wirklichen, durch ſeinen, in der That eingenommenen, Platz bezeichneten Sternbilde verwechſeln darf; der Widder gibt zwar noch ſeinen Namen dem erſten Zeichen, hat aber ſeinen Platz jetzt wirklich ſchon im zweiten Zeichen. — Ich bin nicht ohne Abſicht hierüber ſo ausführlich.

** Der Art. Jahr namentlich gibt S. 798 ein noch detaillirteres Beiſpiel von der Anwendung dieſer Methode.

chen“, mit nochmaligem Bezuge auf unſere ſchon oben benützte Figur (4 der Tafel XXII.), zu veranſchaulichen, muß man ſich die *Ekliptik* EL *unbeweglich* denken, und den *Aequator* AQ, welcher ſie in ♈ (und im gegenüber liegenden *Herbſtpuncte*) durchſchneidet, bei unveränderter Neigung von bekanntlich 23½° (ich abſtrahire von Aenderungen der „*Schiefe*“), langſam auf ihr nach aq *zurück* (*wider die Folge der Zeichen*) rücken laſſen. Daraus folgt denn natürlich, daß (vergl. *Polarſtern*, S. 334.) auch die (beiden *Pole* des Aequators) *Weltpole* in dieſer nämlichen Richtung, und dem nämlichen unveränderlichen Abſtande jener 23½° („wider die Folge der Zeichen“ *weſtwärts*, „*rückläufig*“), um die *Pole* der *Ekliptik* (jeder um den betreffenden) gehen. Betrachtet man dagegen, um, vergl. vorn, dieſe Art von Vorſtellung nochmals hervorzuheben, die *Weltpole* (und demnach auch die *Nachtgleichen*) als *unbeweglich*, und legt die Bewegung den *Fixſternen* bei, ſo ſcheint es, angeführtermaßen, als dreheten ſich vielmehr *dieſe*, aber in entgegengeſetzter Richtung, *nach der Folge der Zeichen* (*oſtwärts*, „*rechtläufig*“) um die Pole der Ekliptik. Wenn aber nun der *Stern* gamma unſerer Figur *unbewegt* bleibt, ♈ alſo von 0 nach r rückt, ſo wird die *Rectaſcenſion* des Sterns, die vorher ♈ D war (indem der Abweichungskreis gamma D im letzteren Puncte auf dem Aequator ſenkrecht iſt), in r q ... a d *, und die Abweichung, von gamma D, in gamma d verändert. Man ſieht alſo, wie ich es hier, auch mit Bezug auf die Figur, nochmals bemerklich mache, daß das Verrücken der Nachtgleichen, neben der *durchgängigen Vergrößerung* der *Längen* der *Geſtirne* **, zugleich ihre *Rectaſcenſionen* und *Abweichungen verändert* (ich komme auf dieſen, ſchon vorn ausgezeichneten Wortunterſchied, ſogleich zurück), und nur ihre *Breiten* ganz *unverändert* läßt.

Anſchaulicher, als es die bis jetzt nur angewendete platte Figur vermag, wird jedoch der Vorgang des „*Verrückens der Nachtgleichen*“ bei Anwendung einer Himmelskugel. Stellt man dieſelbe nämlich auf die nördliche Polhöhe von 66½°, als dem Complement der *Schiefe* (von, ſ. d. A. 23½°), ſo daß der Nordpol der Ekliptik demnach im Zenith, ihr Südpol im Nadir, und ſie ſelbſt im Horizonte liegt, ſo werden alle *ſenkrecht* vom *Zenith* herunter gehenden Kreiſe *Breitenkreiſe*, und alle mit dem Horizonte, d. h. hier mit der *Ekliptik parallelen* Kreiſe „*Längenkreiſe*“ *. Befeſtiget man alsdann den Globus in dieſer Stellung, ſo zeigt ſich nun mit der verlangten größeren Anſchaulichkeit, was aus der von Oſten nach Weſten (*rückwärts*) gehenden Bewegung der *Aequinoctial-Puncte* längs der Ekliptik nach und nach für Erſcheinungen entſtehen. Man betrachte nämlich gegenwärtig nicht nur die letztere (die Ekliptik) mit jenen ihren Breiten- und „Längen“-Kreiſen, ſondern auch den Aequator

* Da die *Kreiſe der Kugel* in der Figur zu *geraden Linien* haben *verflacht* werden müſſen, ſo kann die Darſtellung nicht anders ausfallen. Gamma aber ſchreibe ich da oben *aus*, weil der einzelne Griechiſche Buchſtabe zu viel Aehnlichkeit mit dem Widderzeichen hat.

** Ich brauche hier den allgemeineren Ausdruck „Geſtirne,“ weil ich, wie gleich Eingangs bevorwortet worden, nun auch bald von dem, wie geſagt, nicht auf die Fixſterne eingeſchränkten, ſondern für ſie nur bemerklicheren Einfluſſe der *Präceſſion*, namentlich auch auf die *Planeten* werde ſprechen können. Der Unterſchied zwiſchen dem „*Tropiſchen*,“ wie das durch die Präceſſion Veranlaßte bekanntlich heißt, und dem „Sideriſchen“ tritt *überall* hervor.

* Der Ausdruck iſt in der Aſtronomie nicht allgemein recipirt; indeß finde ich ihn beim *Bode* „Sternkunde.“ 3te Auflage. Berlin. 1808. 2 B. gr. 8. I. 166.; und er ſoll alſo kleinere, der *Ekliptik parallele* Kreiſe bezeichnen, und welche ſich demnach eben ſo auf *ſie* (auf die *Ekliptik*), wie die *Parallelkreiſe* auf den *Aequator*, und die *Höhenkreiſe* (Almucantharat’s) auf den *Horizont* beziehen. — *Ich* würde die allgemeine Admittirung dieſes ganz paßlichen Wortes empfehlen.

mit ſeinen Abweichungskreiſen (Meridianen) und Parallelen, wie ſie ſämmtlich gegen einander eine unverrückte Lage behaupten, als eine beſondere bewegliche Ringkugel, die ſich beim Zurückweichen (Rechtsrücken) der Nachtgleichen um die Pole des unbeweglichen Globus ſelbſt (längs ſeinem, in angegebener Art, durch die Ekliptik repräſentirten Horizonte) drehet; ſo werden alle dieſe Kreiſe allmälig auf andere, mehr weſtwärts (weiter rechts) liegende Sterne treffen, und man wird nun gewahren, daß ſich dabei, angeführtermaßen, zwar die Länge der Fixſterne allerdings unausnamentlich vergrößert, und die Breite eben ſo durchaus unverändert bleibt, daß aber dagegen für die gerade Aufſteigung und Abweichung eine ſolche Vergrößerung bloß theilweis* eintritt, demgemäß in letzterer Beziehung alſo wirklich nur der allgemeinere Ausdruck „verändert, auf welchen ich hier eben zurückkommen wollte, angewendet werden durfte.

Aus dem Grunde des ſolchergeſtalt auch zur ſinnlichſten Augenſcheinlichkeit gebrachten Einfluſſes des „Vorrückens der Nachtgleichen" auf Länge, gerade Aufſteigung und Abweichung der Geſtirne, kurz auf die Daten, welche die Stellung der Sterne gegen die Ekliptik und den Aequator angeben, können alſo die bezüglichen Hilfsmittel der Aſtronomie, als z. B. Fixſternverzeichniſſe, Sternkarten, Himmelskugeln u. ſ. w. nur für eine gewiſſe Zeit, binnen welcher jener Einfluß nicht ſchon gar zu merklich wird, dienen; ja ſelbſt der bloße freie Anblick des Himmels mit ſeinen Sternen findet ſich, wie ich ſchon im Art. Veränderungen gezeigt habe und gleich noch näher ausführen werde, dadurch afficirt.

* Die gerade Aufſteigung verringert ſich, wie nun der Augenſchein lehrt, bei den zwiſchen den Polen des Aequators und der Ekliptik ſtehenden Sternen, und die reſp. ſüdliche oder nördliche Abweichung nimmt (vgl. hinten) im einen Halbkreiſe ab, im andern zu, je nachdem ſich der Aequator bei dieſem ſeinen allmäligen Zurücktreten längs der Ekliptik nord- oder ſüdwärts über dortige Sterne hinzieht.

Für andere Zeiten werden alſo Reductionen* erfordert. In den Fixſternverzeichniſſen (vergl. d. A. S. 573.) ſind meiſtens die, aus dieſer Vergrößerung der Länge folgenden und danach berechneten** Veränderungen in gerader Aufſteigung und Ab-

* Reduction; Reductio; *Reduction*, iſt als eigener allgemeiner Artikel an ſeinem alphabetiſchen Orte ausgelaſſen. Ich bemerke hier alſo nachträglich, daß man, da uns die Beobachtungen, namentlich die aſtronomiſchen, oft Beſtimmungen geben, welche von gewiſſen, dabei vorhandenen veränderlichen Umſtänden abhangen, und offenbar auch anders ausfallen würden, wenn dieſe Umſtände ſelbſt anders wären, meiſtens gezwungen iſt, eine Verwandlung ſolcher Beſtimmungen in Dasjenige vorzunehmen, was ſie unter beſtimmten Bedingungen geweſen ſeyn würden, und daß eine dergleichen Verwandlung nur eben „Reduction" heißt.

So waren, wie ich oben angeführt habe, im vorliegenden Falle die Längen der Fixſterne in dem Verzeichniſſe des Hipparchus aus ſeinen, vergl. vorn, etwann 130 Jahre vor Chriſtus gemachten Beobachtungen beſtimmt. Da ſich dieſe Längen aber, des Umſtandes der „Präceſſion" wegen, in der angegebenen Art ändern, ſo brachte ſie Ptolemäus auf das, was ſie im Jahre 137 nach Chriſtus ſeyn mußten, und die Araber berechneten ſie ferner für das Jahr 880. Dieß waren alſo nicht eigentlich lauter wirklich neue Beobachtungen, ſondern bloße „Reductionen" des alten Verzeichniſſes auf andere Jahre; — und der Sinn des Ausdruckes in der gegenwärtigen Anwendung wird alſo damit vollkommen erhellen.

** Die Formeln zu dieſer Ableitung der Aenderung in gerader Aufſteigung und Abweichung aus der, durch das „Rücken der Nachtgleichen" hervorgebrachten, als unendlich klein betrachteten Längen-Zunahme der Geſtirne, und auf welche ich mich, eben der Anwendung des „Unendlichkleinen" wegen, hier nicht wohl weiter einlaſſen kann, ſehr ſchön beim Lalande „Astronomie." §. 2702 flgd.

weichung ſchon im voraus mit angegeben. Für die Länge ſelbſt bedarf es aber einer weiteren ſpeciellen dießfallſigen Bemerkung nicht erſt, da dieſelbe, bevorwortetermaßen, für alle Sterne in gleicher Zeit um gleich viel, nämlich jährlich um die angegebenen 50⅓ Secunden wächst, welches freilich eigentlich nur durchſchnittlich wahr iſt, indem die „Präceſſion“, wie ich auch ſchon vorn, mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, angedeutet habe, und in den citirten A. A. Gleichung der Nachtgleichen und Wanken der Erdaxe, gleichwie auch hinten *, noch weiter ausführe, periodiſchen Zu- und Abnahmen unterworfen iſt, aus denen nur jener Mittelwerth hervorgeht, auf den man ſich indeß bei jener Formelbildung der weiteren Ableitungen beſchränkt.

Dieſe Art der Correction, wie ſie ſomit in den „Fixſtern-Verzeichniſſen“ angebracht werden kann, reicht jedoch bei den Himmelskugeln nicht aus, hinſichtlich derer es nicht genügt, ſich die Sterne für jede 70 Jahre um 1° in Länge fortgerückt zu denken, indem ſich am Himmel (in der Wirklichkeit) die Weltpole, auf die nachgewieſene Art, mit drehen, welche dagegen auf dem Globus feſt ſind. Es haben deßhalb einige ältere Aſtronomen auf ſolche Vorrichtungen bei den Himmelskugeln gedacht, wobei man die Stellung der Weltpole der Zeit gemäß verändern könnte; und ich finde in meinen Notizen, daß namentlich der uns bekannte franzöſiſche Aſtronom Caſſini der Aeltere (Jean Dominique, Zeitgenoß Ludwig XIV.) ein Modell dazu ausgedacht hat. Mir ſelbſt iſt jedoch nie etwas Aehnliches zu Geſicht gekommen; und da der Preis der künſtlichen Himmelskugeln ſeitdem auch hinreichend geſunken iſt, um mit der Zeit leicht ein danach berichtigtes neues ſolches Hilfsmittel anſchaffen zu können, ſo verweile ich nicht beſonders dabei.

Indem ſich aber, um nun weiter zu gehen, bei dem „Vorrücken der Nachtgleichen“ namentlich die Abweichung der Fixſterne (der Abſtand vom Aequator) in der angegebenen Art dergeſtalt ändert, daß dieſer „Abſtand“ für einige Sterne ab- und für andere dagegen zunimmt, wogegen (vergl. Veränderung, S. 637.) die Erhebung des Aequators ſelbſt über den Horizont, d. i. die Aequatorshöhe (als Complement der geographiſchen Breite) des Beobachters (ſ. d. A.) abſolut unveränderlich iſt; ſo folgt daraus, daß ſich durch das Vorrücken auch der „bloße freie Himmelsanblick der Sterne“, worauf ich hier zurückkommen wollte, verändern muß, indem Sterne, welche bei gewiſſen Abſtänden vom Aequator (gewiſſen Abweichungen), noch über einen beſtimmten Horizont heraufſtiegen und ſichtbar würden, ſpäter bei alſo veränderter Abweichung beſtändig unter dieſem Horizonte bleiben, und gar nicht mehr ſichtbar werden, und umgekehrt. Sey z. B. für einen Ort auf der nördlichen Halbkugel die Aequatorshöhe (der nördliche Abſtand des Aequators vom Horizonte, die nördliche Erhebung des Aequators über den Horizont) = 40°, und die ſüdliche Abweichung eines Fixſterns (ſein ſüdlicher Abſtand vom Aequator) auch = 40°; ſo wird ſich dieſer Stern eben noch im Horizonte des Ortes zeigen (ſo wird ſein Tagkreis den Horizont eben noch berühren); nimmt ſeine ſüdliche Abweichung, in Folge des „Vorrückens der Nachtgleichen“, ſodann aber auch nur etwas zu, ſo wird er fernerhin offenbar einen ganz unter dieſem Horizonte liegenden Tagkreis beſchreiben, und folglich dem betreffenden Beobachter gar nicht mehr zu Geſicht kommen; verminderte ſich dagegen, aus dem nämlichen Grunde des „Vorrückens der Nachtgleichen“, die ſüdliche Abweichung deſſelben Sterns, ſo müßte er im angegebenen Verhältniſſe höher über dem Horizonte erſcheinen, und demnach nunmehr

* Ich weiſe nämlich dort nach, daß die „Präceſſion“ theils von der Wirkung der Sonne, theils des Mondes herrührt, und daß nur jener erſtere Einfluß conſtant, letzterer aber bald größer, bald kleiner iſt, wodurch eben der im Texte bezeichnete „Mittelwerth“ (die „mittlere Präceſſion“) bedingt wird. — Dieß hier vorläufig, um die Leſer gleich auf den eigentlichen Standpunct zu ſtellen.

länger ſichtbar ſeyn, gleichwie Sterne, welche wegen zu großer ſüdlicher Abweichung eben dort noch gar nicht hätten erblickt werden können, bei einer ſolchen Abnahme dieſer Abweichung nun daſelbſt zu Geſicht kommen würden. Dieſergeſtalt werden z. B. für den Horizont von Berlin (52½° nördl. geograph. Breite und alſo 37½° Aequatorshöhe) im Laufe von Jahrtauſenden allmälig verſchwinden (eine ſolche Vergrößerung der ſüdlichen Abweichung erleiden, daß ſie dort unſichtbar — ſtets unter dem Horizonte — bleiben) die (vergl. d. A.) Sternbilder des Orion, des Raben, des Eridan, des ſüdlichen Fiſches u. ſ. w.; und es werden dagegen, wegen abnehmender ſüdlichen Abweichung der jetzt eben dort noch unſichtbare Centaur, das ſchöne ſüdliche Kreuz u. ſ. w. zu Geſicht kommen; — bis nach endlichem Ablaufe des „großen (Platoniſchen) Jahres“ (ſ. oben), abgeſehen von andern Einflüſſen*, der frühere Zuſtand wiederkehrt, — welche Andeutung über dieſen Einfluß der Präceſſion genügen mag.

Meine Leſer werden jedoch, bei Erwägung der Bedingungen dieſes Einfluſſes überhaupt, ſchon von ſelbſt bemerkt haben, daß derſelbe, wie es gleichwohl gewöhnlich nur dargeſtellt zu werden pflegt, doch unmöglich auf die Fixſterne eingeſchränkt ſeyn kann, ſondern, meinen vorausgehenden dießfallſigen Verweiſungen hierher gemäß, allerdings bei allen Geſtirnen oder vielmehr bei allen denjenigen Daten hervortritt, bei welchen ein Bezug auf die Nachtgleichenpuncte Statt hat. Am auffälligſten zeigt ſich dieß alſo zunächſt auch noch am Unterſchiede zwiſchen dem, durch die Rückkehr zu den „Nachtgleichen“ beſtimmten „tropiſchen“** und dem von der Wiedererreichung eines Fixſterns *(„sidus“)* abhängigen „ſideriſchen“ Jahre, welchen Unterſchied ich in dieſem letzteren Artikel ſo ſorgfältig hervorgehoben habe. Da die Nachtgleichen, namentlich die, als Anfangszähl-Punct ſogleich bevorzugte Frühlingsnachtgleiche, durch die bezeichnete rückgängige Bewegung, den Planeten — ſprechen wir beſonders von unſerm Planeten Erde — alſo der Erde, beim Jahresumlaufe um die Sonne in der Ekliptik, recht eigentlich entgegen rückt; ſo folgt daraus ſehr einfach die geringere Dauer des „tropiſchen“ als des „ſideriſchen“ Jahres, und alſo die Nothwendigkeit, wie ich ſie hier eben geltend machen wollte, das „Vorrücken der Nachtgleichen“ nicht bloß in Bezug auf die Fixſterne, ſondern auch rückſichtlich der übrigen „Geſtirne“ überhaupt zu betrachten. Ja, dieſe Nothwendigkeit iſt ſelbſt darauf noch nicht beſchränkt, ſondern das „Vorrücken“ afficirt ferner, wie ich mich ausgedrückt habe, auch die übrigen „Daten“ des Planetenlaufes; und es iſt nur erſt noch im kurz vorhergehenden Art. Saturn, S. 368. darauf hingewieſen, daß, wenn z. B. die jährliche „ſideriſche“ Bewegung der Apſidenlinie dieſes Planeten, welche Bewegung ein ſolches Datum der Berechnung des Planetenlaufes abgibt, in öſtlicher Richtung, jährlich nur 19″
beträgt, dieſelbe ſich dagegen „tropiſch“ gleichwohl zu 69
angeſetzt findet, indem die Differenz der .... 50″
eben von dem indeß Statt gefundenen Rücken der Nachtgleichen nach Weſten herrührt. — Auch habe ich endlich noch im Art. Sternzeit, S. 547 auf einen feinen Unterſchied zwiſchen dem Sterntage und dem „Tage der erſten Bewegung“, als Rückkehr der einen oder der andern Nachtgleiche in den Meridian, aufmerkſam gemacht, und

* Den (ſ. die betreffenden A.A.) wirklichen „Eigenbewegungen“ der Sonne und der Fixſterne, welche von jener nur ſcheinbaren allgemeinen Bewegung der Geſtirne offenbar ganz unabhängig ſind.

** Warum „tropiſch,“ da wir doch hier von den „Nachtgleichen“ ſprechen? — Die Rückkehr der Sonne zu den Solſtitial- („Tropen-“) Puncten bedingt (vgl. wieder Jahr, S. 798) nicht weniger die Dauer dieſes tropiſchen Jahres, und wurde von den älteren Aſtronomen lieber beobachtet, daher hinſichtlich des Zeitverfluſſes der Ausdruck „tropiſch“ gleichbedeutend mit Rückkehr zu den Nachtgleichen ſteht.

gezeigt, daß dieſer letztere Tag, eben wieder des hier betrachteten „Verrückens (Zurückweichens nach Weſten) der Nachtgleichen“ wegen, etwas kürzer als jener erſtere ausfällt, welches alſo auch noch an dieſem Falle den allerſeitigen, und demnach, wie geſagt, keineswegs auf die Längenveränderung bloß der Fixſterne beſchränkten Einfluß der Präceſſion (Retrogreſſion) bewährt.

Die alten Syſteme — um nun zur Erklärung der Gründe dieſes in mehr als Einer Hinſicht ſo höchſt merkwürdigen und, nachgewieſenermaßen, ſo folgereichen Vorganges des ſogenannten „Vorrückens der Nachtgleichen“ zu kommen — die alten Syſteme, welche die Fixſterne ſehr nahe annahmen und in eine hohle Sphäre einſchloſſen, ſahen die Präceſſion, wie geſagt, als eine wirkliche Bewegung dieſer Sphäre an. Copernikus, nach der oben erwähnten und, meiner Bevorwortung gemäß, hier weiter zu verfolgenden Anſicht, betrachtete die Erſcheinung dagegen, in der bezeichneten Art, zwar richtig als Folge einer entgegengeſetzten Bewegung der Aequinoctialpuncte ſelbſt; allein nach der Urſache dieſer Bewegung hat man lange vergeblich geforſcht. So viel nur ſah man ein, daß dieſe Urſache eine ähnliche als die des Rückganges der Knotenlinien (vergl. d. A.) ſeyn müſſe. Gleichwie man nämlich die Durchſchnittspuncte der Planetenbahnen mit der Ebene der Ekliptik „Knoten“ nennt, an welchen Knoten man, wie in dieſem Art. S. 920 näher gezeigt wird, nicht weniger eine rückgängige (wider die Folge der Zeichen gerichtete) Bewegung wahrnimmt; ſo kann man ſich die Durchſchnittspuncte des Aequators mit jener Ebene der Ekliptik, d. h. die Nachtgleichenpuncte auch als Knoten des Aequators vorſtellen; und da letzterer nichts anderes als diejenige Ebene iſt, in welcher die tägliche Umdrehung der Erde vor ſich geht, ſo ſind die Nachtgleichen in der That die Knoten der täglichen Erdumdrehung; — und es kam nun nur noch darauf an, die Theorie jenes Knoten-Rückganges der Planeten, modificirend, ebenfalls auf die Verrückung der, ſolchergeſtalt auch als „Knoten“ zu betrachtenden Puncte der Nachtgleichen anzuwenden.

Dieſe Aufgabe löſte endlich wieder der große Newton durch ſeine vortreffliche Mechanik der himmliſchen Bewegungen. Er zeigt („Principia.“ Lib. III. Prop. 39. Seite 560 unſerer Genfer Ausgabe), daß die Gravitation des nicht vollkommen ſphäriſchen, ſondern an den Polen abgeplatteten und (Abplattung, S. 21) demgemäß (was man, als das Eigentlichſte bei der Sache, ja recht im Auge behalten muß) in der Aequatorial-Zone wie mit einem Gürtel oder Wulſte mehrerer Materie umgebenen Erdkörpers gegen Sonne und Mond* (die mehrere Anziehung von Sonne und** Mond auf dieſen

* Für Leſer, welche die dießfallſigen Auseinanderſetzungen in den „Principia“ ſelbſt vergleichen ſollten (und Gott gebe, daß mein Werk recht viele ſolche Leſer finde!), hier jedoch eine Bemerkung. Die Methode nämlich, welche der Brittiſche Weltweiſe bei Behandlung dieſes Problems anwendet, iſt zwar allerdings vollkommen richtig; aber in der numeriſchen Entwicklung hat ſich der große Mann doch geirrt, indem Er den von dem Geſammtbetrage der (vgl. hinten, mittleren) „Präceſſion“ (den obigen 50 Secunden) dabei auf die ſtörende Anziehung der Sonne kommenden („a vi *Solis* oriunda“) Antheil nur zu 9″, und den Mond-Antheil dagegen („a vi *Lunae* oriunda“) auf 41″ anſchlägt, wogegen neuere ſchärfere Unterſuchungen den erſteren vielmehr = 15″ und den letzteren dagegen nur = 35″ geben. Da es intereſſant iſt, auch die Irrthümer eines Newton zu verfolgen, ſo bemerke ich noch, daß man eine vollſtändige Aufklärung darüber beim d'Alembert (wir kennen ihn aus Gravitation, S. 719) „Recherches sur la précession.“ Paris. 1749. 4. findet, gleichwie auch ich ſelbſt den Gegenſtand vorläufig ſchon in Himmelsmechanik, S. 775, behandelt habe.

** Wegen des Einfluſſes beider Weltkörper zur Bewirkung der „Präceiſion“ macht man nun eben den ſchon vorn angedeuteten Unterſchied zwiſchen „Sonnen-“

„Gürtel“ als auf den übrigen Erdkörper) die Knotenlinie der täglichen Erdumdrehung beſtändig zurücktreiben muß. Dieſer den Erdäquator umringende Gürtel mehrerer Materie wird natürlich durch Sonne und Mond auch eine ſtärkere Anziehung als der, beim Abſehen davon, wie eine vollkommne Kugel zu betrachtende übrige Erdkörper erleiden; und da ſich die Lage dieſes „Gürtels“ oder „Ringes“ in der Ebene des Aequators findet, Sonne und Mond hierbei aber aus der bekanntlich um $23^{1}/_{2}{}^{\circ}$ (von der geringen eigenen Neigung der Mondbahn abſtrahire ich vorläufig) dagegen geneigten Ebene der Ekliptik und alſo ſchief wirken: ſo muß daraus dieſelbe Folge wie bei den erwähnten Knoten der Planetenbahnen entſtehen, daß nämlich die Puncte des Erdringes (jenes äquatorialen „Gürtels“), d. h. alſo die Nachtgleichen, die Ebene der Ekliptik bei jeder täglichen* Erdumdrehung (Rotation) etwas früher, als ſonſt geſchehen ſeyn würde, durchſchneiden, und daß demgemäß dieſe (Nachtgleichen-) Durchſchnitts-Puncte des Aequators mit der Ekliptik in derjenigen Richtung, welche der (verbundenen progreſſiven und) rotatoriſchen Bewegung der Erde entgegengeſetzt iſt, d. h. wider die Folge der Zeichen zurückweichen**.

Man ſtelle ſich, um den freilich nicht ganz leichten Gegenſtand noch unter einem andern Geſichtspuncte zu betrachten, eine auf der Ebene der Erdbahn (Ekliptik) ſenkrechte, durch die Mittelpuncte der Erde und der Sonne (oder der Erde und des Mondes) gehende Ebene vor, ſo würde dieſelbe den Erdkörper, wofern er (vergl. wieder Himmelsmechanik, l. c.) eine reine Kugelgeſtalt hätte, in allen Stellungen, welche er in der Bahn erlangt, in zwei gleiche und ſymmetriſche, eine gleiche Lage zu beiden Seiten der theilenden Ebene einnehmende Hälften theilen. Dieß leuchtet alsbald ein. Iſt der Erdkörper dagegen von der angegebenen ſphäroidiſchen Geſtalt; iſt er unter dem Aequator mit einem „Wulſte von Materie“ umgeben: ſo halbirt ihn jene Ebene zwar nicht weniger überall; allein die entſtehenden Hälften haben, wie man leicht einſieht, zu beiden Seiten der Theilungsebene nur in denjenigen Bahnpuncten auch eine ganz gleiche, eine ſymmetriſche Lage, wo dieſe Ebene zugleich durch die Erdaxe geht, d. h. wenn man bloß von der Sonne ſpricht, in den einzigen Solſtitialpuncten; — und die Anziehung, welche Sonne und Mond auf die Hälften des alſo getheilten Erdſphäroids ausüben, kann demgemäß auch keine gleichförmige ſeyn*, ſondern es muß dasje-

und „Mond-Präceſſion,“ auf welchen ich ſpäter zurückkomme.

* Dieſe tägliche Verrückung der Nachtgleichen iſt freilich, da der ganzjährige, der ſummariſche Betrag von 365 Tagen nur die obigen 50″ Secunden ausmacht, und demnach auf den Einzeltag nicht mehr als $\frac{50''}{365}$ kommen, unmerklich; es verhält ſich damit wie mit dem, im nämlichen Bezuge ſchon oben erwähnten Unterſchiede zwiſchen dem Sterntage (vergl. wieder Sternzeit, S. 548) und dem Tage der „erſten Bewegung“ (der Rückkehr der Nachtgleiche in den Meridian), welcher von uns auch nicht wahrgenommen wird.

** Dieß iſt eine etwas weitere Ausführung des Lalande'ſchen Réſümé's der Urſache des Vorganges („Astronomie.“ §. 3527), wo es heißt: „La théorie du mouvement des noeuds fait voir qu'une planète qui tourne dans le plan de son orbite, en est sans cesse retirée par les autres planètes; il en est de même des parties du sphéroide terrestre, qui étant rélevées vers l'équateur et tournant chaque jour avec lui, *sont détournées de leur mouvement naturel par les attractions latérales du Soleil et de la Lune*, cette portion de matière (ou cette espèce de ménisque), dont on peut concevoir que l'équateur est surmonté, éprouvant une attraction plus forte que le reste du sphéroide.“

* Man kann ſich dieſe verſchiedene Lage des „äquatorialen Wulſtes, auf welche hierbei doch eigentlich Alles ankommt, namentlich gegen die anziehend wirkende Sonne auch aus dem ſteten Parallelismus (vergl. d. A.) der gegen die

nige Zurückweichen der Durchſchnittspuncte des Erdäquators mit der Ebene der Ekliptik (der Puncte der Nachtgleichen) eintreten, wodurch der Vorgang auf die Theorie der Knotenbewegung, aus der er oben abgeleitet worden iſt, zurückgeführt wird.

Lalande, welcher l. c. das „Vorrücken der Nachtgleichen" aus den Principien der Attraction mit einer unendlichen Sorgfalt, aber auch mit einer ſolchen Ausführlichkeit (30 S. gr. 4.) und einem ſolchen Luxus von Analyſis erklärt, daß die Beibringung ſeines Vortrages im Detail für meine Zwecke ganz unausführbar wird, unterſucht, um wenigſtens einen allgemeinen Begriff ſeines Verfahrens zu geben, zuerſt die Anziehung der Sonne auf das Erdſphäroid. „Indem," fährt er dann §. 3563 immer unſerer zweiten Auflage fort, „der Mond in ganz ähnlicher Art wie die Sonne auf dieſes „Sphäroid" wirkt, würde ſich ſeine Anziehung aus jener Sonnen-Anziehung unmittelbar ableiten laſſen, wenn ſeine Bahn mit der Ekliptik zuſammenfiele, und nicht vielmehr eine Neigung (von welcher ich vorn mit Verweiſung hierher nur vorläufig abſtrahirt habe) und zwar mit Veränderung der Durchſchnittspuncte („Knoten") gegen dieſelbe hätte, wodurch die Nothwendigkeit bedingt wird, die jederzeitige Lage dieſer Knoten der Mondbahn in Betracht zu ziehen, welches eine trigonometriſche Operation mehr erheiſcht." Von der Veränderlichkeit dieſer „Knotenlage" hängt nun eben diejenige Veränderlichkeit der Größe der Präceſſion in den verſchiedenen Zeiten ab, worüber der citirte Art. Gleichung der Nachtgleichen in Verbindung mit Wanken der Erdaxe (Nutation) ausführlicher handelt, auf welche ich aber auch ſchon hier zurückkommen wollte. Die Wirkung der Sonne bei der Präceſſion (die „Sonnen- [die „Solar-] Präceſſion," wie ich vorn ſage) iſt, indem die Erde ſtets die nämliche Bahn um die Sonne beſchreibt, conſtant,* und wird auf 14
(bis 15) Secunden angeſchlagen, wogegen die „Mond- (die „Lunar-) Präceſſion," nach Maßgabe jenes Umſtandes, zwiſchen 28 bis 44" ſchwankt, woraus der Mittelwerth $\left(\frac{28+44}{2}\right)$ der 36

und ſolchergeſtalt die „mittlere (oder allgemeine) jährliche Präceſſion" der obigen . . . . . 50 Secunden hervorgeht.

Ehe ich dieſen Artikel, deſſen eigentlicher Gegenſtand ſomit erſchöpft ſcheint, beſchließe, muß ich jedoch noch der merkwürdigen Verſuche erwähnen, welche man angeſtellt hat, um die Präceſſion auf chronologiſche Unterſuchungen** anzuwenden, und worüber ich mich durch Beiſpiele am beſten erkläre.

Ebene der Ekliptik geneigten Erdaxe erklären, demgemäß ſich das perturbirende Geſtirn in der einen Hälfte der Erdbahn über, in der andern aber unter jenem „Wulſte" befindet.

* Wenigſtens darf dieſer, alſo vom Monde unabhängige Theil der Präceſſion in ſo weit conſtant angenommen werden, als man dabei von den Planeten abſieht, deren perturbirender Einfluß die Nachtgleichen aber gegentheils alljährlich wieder um 0",13 vorwärts (oſtwärts) treibt. Das Nähere darüber, worauf ich nicht weiter eingehen kann, beim Laplace „Exposition du système du monde." 4te Aufl. Paris. 1813. 2 B. gr. 8. II. 189., in welchem Werke jedoch, wie ja nicht überſehen werden darf, die Decimal-Eintheilung des Kreiſes (vergl. Grad, S. 672) angewendet iſt. Hier mag in dieſem Bezuge nur noch bemerkt ſeyn, daß man der Präceſſion, wofern die gedachte planetariſche Mitwirkung ganz außer Acht gelaſſen und nur die beiderſeits als conſtant angenommene Wirkung von Mond und Sonne betrachtet wird, auch den Namen der „Luni-Solar-Präceſſion" beilegt.

** Ich habe von dieſem gegenſeitigen Bezuge zwiſchen der Aſtronomie und der „Chronologie" ſchon in dieſem letzteren Artikel, S. 183, gehandelt, und bitte, die Stelle zu vergleichen.

Ptolemäus erzählt uns in ſeinem ſchon oben erwähnten „Almageſt“, daß der ebenfalls bereits vorn genannte Griechiſche Aſtronom Eudoxus, Zeitgenoß Platos, einen der größeren Fixſterne ſehr nahe beim nördlichen Weltpole, alſo als Polarſtern, beobachtet habe. Da Plato etwann 350 vor Chriſtus, und demnach über 2000 Jahre vor uns gelebt hat, ſo kann dieß nicht unſer gegenwärtiger Polarſtern α des kleinen Bären geweſen ſeyn, welcher, vergl. Polarſtern, S. 334., damals noch weit vom Pole entfernt war. Betrachtet man den oben erwähnten Kreis, welcher, vermöge der Präceſſion, vom Weltpole um den Pol der Ekliptik beſchrieben wird, etwas genauer, ſo findet man in dieſer Himmelsgegend nur einen einzigen Stern, der die bezeichnete Größe hat, und der in jener Vorzeit etwann nahe genug bei unſerm (Nord-Welt-) Pole geſtanden haben könnte: es iſt dieß *H* im Drachen, deſſen gegenwärtige Länge ziemlich 133° beträgt. Wäre derſelbe aber, Eudoxus obigen Angaben gemäß, zu ſeiner Zeit, d. h. alſo von heut ab vor 2000 Jahren, in der That Polarſtern geweſen, ſo müßte ſeine damalige Länge (wenigſtens nahe) 90° * betragen haben; und die Differenz jener gegenwärtigen und dieſer damaligen Länge von (133—90 =) 43° käme auf das indeß Statt gefundene „Vorrücken der Nachtgleichen“. Dieſes Vorrücken bewirkt aber (vergl. vorn, 1° in 71 Jahren) eine Längenzunahme von 43° nicht ſchon in den 2000-, ſondern erſt in (71 . 43 =) 3053 Jahren, ſo daß die chronologiſche Unrichtigkeit von Eudoxus Angabe durch dieſen aſtronomiſchen Bezug auf die Präceſſion, wie ich darthun wollte, nachgewieſen iſt; — Eudoxus wird hierbei nicht ſowohl ſeine, ſondern vielmehr eine über (3053 —2000) 1000 Jahre ältere Zeit früherer Chaldäiſcher und Egyptiſcher Aſtronomen gemeint haben.

Laplace ferner (ich finde die Anführung in meinen Notizen, ohne die Stelle in Laplace's Werken ſelbſt gleich näher angeben zu können) meint, daß die Bezeichnung und Benennung der Sternbilder des Thierkreiſes zu einer Zeit beſtimmt worden ſey, wo das Bild des „Steinbocks“, welches Thier man doch immer nur auf den höchſten Höhen erblickt, für unſere Halbkugel auch den höchſten Punct der Ekliptik über dem Aequator eingenommen gehabt habe. Von dieſem Puncte iſt daſſelbe aber (ſ. vorn) jetzt (180 + 30 =) 210° öſtlich entfernt, die auf Rechnung der „Präceſſion“ kämen, und einem Zeitraume von (71 . 210 =) 15000 Jahren entſprechen, welche ſolchergeſtalt das Alter jener Bezeichnung abgäben. Auch dieſes Beiſpiel lehrt alſo den ſchon in der Anmerkung noch mehr hervorgehobenen Beiſtand kennen, welchen die Chronologie von der Aſtronomie, und hier namentlich von der genauen Kenntniß des Maßes des „Vorrückens der Nachtgleichen“ erwarten darf; und ich würde, da es ſich in dieſem Falle um eine ganz neue, von den bisherigen Anſichten ſo ſehr abweichende Anſicht über das Alter der Welt handelt, länger dabei verweilen, wenn Laplace's Vermuthung durch andere Umſtände unterſtützt würde, und alſo mehr als eine geiſtreiche Hypotheſe wäre.

Endlich werden meine Leſer, unter dem hier aufgeſtellten Geſichtspuncte, auch von dem „Thierkreiſe (vergl. d. A.) zu Denderah“ reden gehört haben. Die Ruinen der alten Stadt Tentyris (Denderah) in Ober-Egypten nämlich zeichnen ſich durch einen großen Tempel aus, dem die Zeit wenig geſchadet hat; und am Plafond des Porticus dieſes Tempels ſieht man die 12 Figuren der Sternbilder des Thierkreiſes in derjenigen Ord-

* Denkt man ſich vom Weltpole einen Meridian nach den Durchſchnittspuncten des Aequators und der Ekliptik (alſo den Kolur — vergl. d. Art. — der Nachtgleichen), ſo ſteht ein zweiter, durch die Pole jener beiden Kreiſe gehender und alſo zugleich als Breitenkreis zu betrachtender Meridian (der „Kolur der Sonnenwenden“) vom erſteren offenbar 90° ab, und ein die Stelle des Weltpols (genau oder doch nahe) einnehmender Stern hat alſo, gleich dem Weltpole ſelbſt, die obige Länge von 90°, d. h. der zwiſchen den beiden Koluren enthaltene, den Stern treffende Bogen der Ekliptik iſt von dieſer Größe.

nung, in welcher ſie von der Sonne durchlaufen werden. Dieſer Thierkreis iſt zur Zeit der Egyptiſchen Invaſion durch die Franzoſen von der Mauer abgenommen, nach Paris geſchafft und dort genaueren Unterſuchungen unterworfen werden. Es iſt dabei aufgefallen, daß ſich an der Spitze jener Figuren das Sternbild des Löwen befindet, welcher gleichſam zuerſt aus den Pforten des Tempels zu treten ſcheint; und man hat daraus den Schluß gezogen, daß zur Zeit der Verfertigung dieſes Thierkreiſes die Sonne Anfangs des Egyptiſchen Jahres, eben wirklich im „Löwen“ geſtanden habe. Nun hob ſelbiges (das Rural-) Jahr der Egyptier (vergl. Hundsſtern-Cyklus) den 20. Juli an, um welche Zeit der Sirius Morgens kurz vor der Sonne („heliace“) aufging, womit die für die Egyptier ſo wichtigen Nil-Ueberſchwemmungen eintraten. Zeigte ſich aber damals die Sonne an dieſen Tagen wirklich im Sternbilde des Löwen, ſo iſt daſſelbe, des Zurückweichens der Nachtgleichen (und Sonnenwenden wegen) jetzt vielmehr um die vorauf nachgewieſenen 30° weiter öſtlich gerückt, und ſeine Stelle wird gegenwärtig vom Krebs eingenommen. Auf dieſe 30° kommen aber, nachgewieſenermaßen (30 . 71 =) 2130 Jahre, wonach die Verfertigung des „Thierkreiſes von Denderah“ (2130—1847, wie wir heut ſchreiben) in die nächſten Jahrhunderte vor Chriſtus (der uns bekannte Franzöſiſche Aſtronom Biot findet, bei genauerer Erwägung aller Umſtände 700 vor Chriſtus) fiele.

Dieß mag denn über die chronologiſche Anwendbarkeit des „Vorrückens der Nachtgleichen“, welche ich hier noch nachweiſen wollte, hinreichen, gleichwie ich den ganzen Artikel damit beende. Kürzer habe ich denſelben wegen der großen aſtronomiſchen Wichtigkeit des Gegenſtandes, von welcher man ſich bei der Durchgehung wohl überzeugt haben wird, nicht faſſen dürfen. Sollten ſich jedoch einzelne Leſer durch meine Darſtellung, auch in dieſer Ausführlichkeit noch nicht ganz befriediget finden, ſo muß ich Sie nochmals vorzüglich auf Lalande (l. c.) verweiſen. Noch mehrere andere literariſche, ſammt den erforderlichen hiſtoriſchen Notizen, finden ſich aber im Laufe des Vortrages ſelbſt.

Vulcane; Montes ignivomi; *Volcans.* Der „Vulcane“ (feuerſpeienden Berge) in ſo fern wir ſie nur für die „Erde“ kennen, und für dieſen Planeten in der ſpeciellen phyſiſchen Geographie näher betrachten, für die übrigen Weltkörper aber bloß vermuthen, thue ich hier auch nur Erwähnung, weil die Topographie des Mondes (S. 168) unter den verſchiedenen Mondgebilden ebenfalls „Crater“ nennt, welches alſo „Vulcane“ vorausſetzen würde. Wie weit dieſe Vorausſetzung jedoch zuläßig iſt, muß man im citirten Artikel ſelbſt nachſehen.

W.

Wärme; Calor; *Chaleur.* Ueber dieſen Gegenſtand handelt, unter unſerm aſtronomiſchen Geſichtspuncte, der Art. Temperatur, auf welchen ich verweiſen muß, indem ich lediglich hinzufüge, daß „Wärme“ und Licht, Elektricität und Magnetismus nur als verſchiedene Manifeſtationen eines nämlichen, höchſt wahrſcheinlich durch das geſammte Univerſum verbreiteten Agens zu betrachten ſeyn werden.

Wahrer Planet, im Gegenſatze des mittleren, ſ. Mittlerer Planet, wo dieſer Gegenſatz zwiſchen dem „wahren“, die Bahn mit ſeiner wahren, bald größeren bald geringeren Geſchwindigkeit durchlaufenden Planeten, und einem, bloß zur Rechnungserleichterung fingirten, ſtets gleichförmig (mit durchſchnittlicher Geſchwindigkeit) fortgehenden „mittleren Planeten“ hinreichend erörtert wird.

Wahre Zeit, ſ. beſonders Gleichung der Zeit, in welchem Artikel ich ausführlicher darthue, daß man unter „wahrer Zeit“ die durch den wahren Sonnen-Stand beſtimmte Zeit verſteht, wie dieſelbe von den Sonnen-Uhren, welche dieſen Stand angeben, gezeigt wird, wogegen ſich die mittlere Zeit durch unſere gewöhnlichen Taſchen- oder Pendel-Uhren unter der Vorausſetzung ausgedrückt findet, daß dieſelben im Augenblicke des wahren Mittages (im Culminationsmomente der wahren Sonne), alſo wenn 12 Uhr Mittags wahrer Zeit eintritt, auch genau um den Betrag eben der „Gleichung der Zeit“ davon verſchieden ſind.

Wahrſcheinlichkeits-Rechnung; Ars conjectandi, Calculus probabilitatis; *Calcul des probabilités*. In der Aſtronomie, auf welche ich die Betrachtung hier einzuſchränken habe, der Inbegriff der anzuwendenden Methoden, um aus mehrfachen, keine genaue Uebereinſtimmung gewährenden Beobachtungen, ein, das meiſte Zutrauen verdienendes Reſultat abzuleiten. Wenn man, um dieß gleich durch ein ganz gewöhnliches Beiſpiel zu verdeutlichen, zur (haarſcharfen) Beſtimmung einer (größeren) Entfernung, etwann der (vergl. Gradmeſſungen) Baſis eines Meridiangrades, mehrere Meſſungen mit immer gleich großer Genauigkeit angeſtellt, gleichwohl aber nicht ganz genau übereinſtimmende Maße, ſondern einmal e, andere Male e′, e″, e‴ u. ſ. w. Fuße, Zolle, Linien dafür gefunden hat, wie Dieß bei der nothwendigen Unvollkommenheit der Inſtrumente, bei den vielen auf ſie einwirkenden äußeren Umſtänden, und der Unzulänglichkeit der menſchlichen Wahrnehmung ganz unvermeidlich iſt; ſo bietet ſich als das „wahrſcheinlich“ richtigſte Reſultat das „arithmetiſche Mittel“ der verſchiedenen Maße, alſo die Gleichung:

$$\text{Wahrſcheinlich richtigſte Entfernung} = \frac{e + e' + e'' + e''' \ldots}{n}$$

(wo n die Anzahl der Meſſungen) dar. Dieſe Art der Beſtimmung iſt in der Natur der Sache ſelbſt begründet, wird ſchon vom Inſtinct des gemeinen Menſchenverſtandes („sens commun“), welcher gleich eine Fehler-Compenſation ahnt, als die angemeſſenſte erachtet, und führt, wie die Erfahrung lehrt, auch am nächſten zur Wahrheit, weßhalb ſie denn das Princip der meiſten Wahrſcheinlichkeit, wie dieſelbe für das endliche Weſen die Wahrheit vertritt, und ſomit der, die letztere ſuchenden „Wahrſcheinlichkeitsrechnung“, welche uns hier beſchäftiget, abgibt. Die Darſtellung eines ſolchen „arithmetiſchen Mittels“ aus mehreren Beobachtungen, hat, wofern dabei nur von Einer Unbekannten die Rede iſt, wie die obige Gleichung augenſcheinlich zeigt, keinerlei Schwierigkeiten; ſind aber in dieſer Art mehrere Unbekannte zu ermitteln, oder ſollen wenigſtens die nicht ganz genau bekannten Werthe derſelben ſchärfer beſtimmt, ſollen z. B. die Elemente einer Geſtirnbahn aus wiederholten Beobachtungen der Himmelsorte dieſes Geſtirns zugleich corrigirt werden: ſo wird das Verfahren der Herleitung „arithmetiſcher Mittelwerthe“ für jedes einzelne Element, von deren Geſammtheit jene Geſtirnorte Functionen abgeben, offenbar verwickelter. Die beiden dazu, namentlich von der Aſtronomie, dann in Anwendung zu bringenden Verfahrungsarten habe ich in den beſondern A.A. Methode der Bedingungsgleichungen und Methode der kleinſten Quadrate ausführlich behandelt; und beider „Inbegriff“, wie ich mich gleich Eingangs in der Definition ausdrücke, bildet alſo die aſtronomiſche Wahrſcheinlichkeits-Rechnung, indem die ſolchergeſtalt gefundenen Reſultate, wie man leicht einſieht, allerdings nicht Anſpruch auf abſolute Zuverläßigkeit, ſondern nur auf diejenige größt-mögliche Wahrſcheinlichkeit haben, welche für den endlichen menſchlichen Verſtand, wie geſagt, jene Stelle vertritt. — Auf dieſe Präciſirung des Begriffes aſtronomiſcher „Wahrſcheinlichkeits-Rechnung“ muß ich mich hier aber auch beſchränken, den Leſern die Vergleichung der citirten beiden ſpeciellen Art. Bedingungsgleichungen und Methode der kleinſten Quadrate, deren Entwicklungen ich nicht nochmals wiederholen darf, und in deren letzterem ſich zugleich die hiſtori-

ſchen, gleichwie reichhaltige literariſche Notizen finden, ſelbſt anheim gebend, indem ich vervollſtändigend ſchließlich nur noch hinzufüge, daß auch der vom verewigten Wiener Aſtronomen Littrow für die mehrmals citirte neue Ausgabe von Gehler's „Phyſikal. Wrtrb." gearbeitete, erſt indeß erſchienene Artikel Wahrſcheinlichkeits-Rechnung, welcher nur für unſere Zwecke zu viel Analyſis enthält, große Beachtung verdient.

Wanken (Schwanken) der Erdaxe, Nutation; Nutatio, Deviatio; *Nutation*, Deviation. So heißt beſonders* diejenige periodiſche Veränderung in der Größe des ſtetigen Vorrückens der Nachtgleichen, welche, wie ſchon in dieſem letzteren Artikel, gleichwie in Gleichung der Nachtgleichenpuncte, mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, bevorwortet worden iſt, daher rührt, daß die Bahn des Mondes, aus der dieſes Geſtirn anziehend (perturbirend) auf die den Aequator des Erdſphäroids, angeführtermaßen, „wulſtartig" umgebende Maſſenanhäufung wirkt, nicht mit der Ekliptik zuſammenfällt, ſondern gegen dieſelbe, und zwar mit Veränderung der Lage, geneigt iſt, wodurch jenes Vorrücken alſo Modificationen erleidet.

Man ſtelle ſich, um von dieſer Sache nur erſt einen allgemeinen Begriff zu erlangen, den von dem angegebenen „Wulſte" umringten Erdäquator, ferner die gegen denſelben um 23½° geneigte Ekliptik, und endlich die, hinwiederum die letztere unter einem Winkel von 5° durchſchneidende Mondbahn vor, und erinnre ſich (aus Knoten, S. 921) zugleich daran, daß die Puncte dieſes Durchſchnittes, d. h. eben die „Knoten der Mondbahn", dabei eine ſehr ſchnelle rückläufige Bewegung längs der Ekliptik haben, der zu Folge ſie dieſelbe in (vergl. hinten) einer Zeit von etwann 18 Jahren* völlig durchlaufen. Steht alſo heute z. B. der aufſteigende Knoten der Mondbahn im Frühlingspuncte, ſo liegt ſie (ihre eine Hälfte) 5° nördlicher (und die andere um ſoviel ſüdlicher; — wir wollen die Betrachtung aber auf die nördliche Halbkugel des Erdſphäroids beſchränken), als die Ekliptik, vom Erdäquator mit ſeinem Wulſte: die Ekliptik findet ſich dann zwiſchen dieſem und ihr; — gelangt aber, in Gemäßheit jener Bewegung, nach ($^{18}/_2$ =) 9 Jahren, vielmehr der niederſteigende Knoten in den Frühlingspunct, ſo fällt die Mondbahn (ihre nördliche Hälfte) nunmehr um jene 5° ſüdlich von der Ekliptik und ihrerſeits zwiſchen dieſe und den Aequator. Der Winkel der Mondbahn mit dem letzteren beträgt demnach in dieſem Falle nur (23½—5 =) 18½°, in jenem aber (23½ + 5 =) 28½°, d. h. der Mond entfernt ſich in ſeiner größten (nördlichen) Breite einmal um (28½—18½ =) 10° mehr als das andere Mal vom Aequator (kommt den Polen der Erde ſoviel näher)**, und wirkt alſo dann auch um ſoviel gerader, und daher energiſcher als ſonſt, auf die, wie wir wiſſen, das „Vorrücken der Nachtgleichen" bedingende „äquatoriale Wulſt", welche Verſchiedenheit der Sollicitation, in dieſer Art, natürlich auch die Pole, d. h. die Axe des Erdkörpers, afficirt, und letztere, wie man ſich ausdrückt, in dasjenige, die Präceſſion modificirende „Schwanken" oder „Wanken" verſetzt (ſie hin und her zieht), davon der Vorgang ſeinen Namen führt.

Vermöge dieſer Verſchiedenheit des anziehenden Mondeinfluſſes auf das Erdſphäroid, über welche Verſchiedenheit ich mich, nachdem alſo nur erſt der allgemeinſte Begriff von der Sache gegeben

* Ich ſage „beſonders," indem das „Wanken der Erdaxe," wie man ohnedieß leicht einſieht, nicht weniger einen Einfluß auf die „Schiefe der Ekliptik" äußert, von welchem ich unten ſogar zuerſt zu ſprechen gezwungen bin.

* Genauer (l. c.) 18 Jahre 7½ Monate, worauf es aber hierbei nicht ankommt.

** Dieſes, alſo von einer 18jährigen Periode abhängige Höherſteigen des Mondes darf nicht mit demjenigen verwechſelt werden, welches wir aus ganz andern Gründen alle Winter eintreten ſehen, und worüber ſich der Art. Mond, S. 150, erklärt.

iſt, nunmehr weiter erklären kann, und des alſo dadurch veranlaßten „Wankens der Erdaxe", bleiben die (Welt-) Pole am Himmel nicht genau in demjenigen Kreiſe, in welchem jeder von ihnen, des Vorrückens der Nachtgleichen (ſ. wieder dieſen Artikel, S. 662) wegen, mit rückläufiger Bewegung, und in einem Abſtande von $23\frac{1}{2}^{\circ}$, langſam um den betreffenden Pol der Ekliptik herum läuft; ſondern ſie (die ſie verbindende, wankende Axe) beſchreiben außerdem (vergl. hinten), und ebenfalls mit rückläufiger Bewegung, noch einen zweiten, kleinen (wenn ich ſo ſagen darf „Bei"-) Kreis (Epicykel*, ſ. d. A.), auf welchen ich hernach, mit Beibringung einer Figur, zurückkomme, von „beobachtungsgemäßen"** 18 Secunden Durchmeſſer, in welchem die Weltpole alle 18 Jahre (8 Monate) einmal herumkommen, und wodurch alſo offenbar jene erſtere, auf die Präceſſion bezügliche Kreisbewegung, ſammt der Präceſſion ſelbſt, verändert wird.

Die Idee eines ſolchen „Wankens der Erdaxe" — um den Gegenſtand zugleich auch hiſtoriſch zu verfolgen — finde ich ſchon in des uns aus dem Art. Fixſternverzeichniſſe, S. 575 bekannten Engliſchen Aſtronomen Flamſtead „Historia coelest. Britann. III. 113., welcher durch Newton's Betrachtungen über die anziehenden, ein ſolches „Wanken" involvirenden Wirkungen von Mond und Sonne auf den äquatorialen Wulſt des Erdſphäroids („Princip". III. prop. 39. Seite 560 unſerer Genfer Ausgabe), ſehr natürlich darauf geführt worden iſt; auch äußert Römer (vergl. über ihn Band II. S. 48 unſeres Werkes) ähnliche Gedanken (Basis Astron. Havniae. S. 60): „Expertus sum, esse quandam in declinationibus varietatem, quae nec refractionibus nec parallaxibus tribui potest, sine dubio *ad vacillationem aliquam poli terrestris* referendam, cujus me verisimilem dare posse theoriam observationibus munitam spero". Allein die damaligen (Römer's Aeußerung rührt aus dem Jahre 1692 her) Werkzeuge waren zu „observationibus" von dieſer Feinheit noch viel zu unvollkommen.

Jacob Bradley, der berühmte Entdecker der Abirrung des Lichtes (ſ. d. A. S. 9 und flgd.) ſuchte ſich anfänglich die, aus letzterer Urſach herrührenden ſcheinbaren kleinen Bewegungen der Fixſterne durch ein ſolches „Wanken der Erdaxe" zu erklären, fand aber bald den im genannten Artikel nachgewieſenen wahren Grund; — bei den dadurch veranlaßten äußerſt genauen, von 1727 bis 1747 fortgeſetzten Beobachtungen veroffenbarte ſich ihm indeß auch diejenige Verſchiedenheit in dem Vorrücken der Nachtgleichen, von welcher hier die Rede iſt, und die wir eben aus der Nutation erklären.

Im Jahre 1727 nämlich, da der aufſteigende Knoten der Mondbahn (alſo derjenige, von welchem an ein Geſtirn ſich unſerm — dem Nord- — Pole mehr nähert) im Frühlingspuncte lag, zeigte ſich das „Vorrücken" der am Kolur der Nachtgleichen ſtehenden Sterne etwas größer als ſonſt; im Jahre 1732 (oder vielmehr nach $4\frac{1}{4}$ Jahren, als dem vierten Theile der oben zu 18 Jahren angegebenen Periode des den Vorgang veranlaſſenden Mondknoten-Umlaufes), nachdem dieſer Knoten bis zum Winterpuncte zurückgegangen war, hatte daſſelbe ſeine gewöhnliche mittlere Größe; in den folgenden Jahren ward es bis (1727 + 9 =) 1736, wo derſelbe Knoten zur Herbſtnachtgleiche kam, geringer, nahm nun in der folgenden Hälfte des Umlaufes neuerdings zu, ſo daß es (1727 + 3 . $4\frac{1}{4}$ =) um 1741 abermals ſeine mittlere Größe erreichte, und war (1727 + 18 =) 1745, alſo nach dem ganzen Ablaufe der 18jährigen Periode, wieder

* Ich komme ſogleich auf dieſen „Beikreis," „Epicykel," zurück.

** Ich ſehe nämlich von der Möglichkeit, außer dem Wanken ſelbſt, auch ſeine beſtimmte Größe aus der bloßen Theorie herzuleiten, ab, halte mich bloß an die allerdings „beobachtungsgemäße," im Betrage der Präceſſion vorgehende periodiſche Ab- und Zunahme, und finde dieſelbe erklärt durch die obige Poſtulirung der Polbewegung im „Beikreiſe" von 18 Secunden Durchmeſſer, welche $18''$ ich alſo auch als „Beobachtungs-" Reſultat bezeichnen darf.

eben ſo groß, als zu deren obigem Anfange 1727. Dabei hatten die Sterne, welche dagegen am Kolur der Sonnenwenden ſtanden, ihre Abweichung von 1727 bis 1736 um 18″ weniger, von 1736 bis 1745 aber gerade um 18″* mehr, als es die mittlere Größe des Vorrückens erfordert, verändert, dergeſtalt, daß ſie zu Ende jener Periode des Mondknoten-Umlaufes, abgeſehen von dem allgemeinen Einfluſſe der Präceſſion, genau wieder in den anfänglichen Himmelspuncten ſtanden.

Bradley ward, wie wir dieſe Anſicht von den Gründen des Vorganges ſofort anticipirt haben, bald überzeugt, daß die beobachteten Ungleichheiten lediglich den Einwirkungen des Mondes zuzuſchreiben ſeyen. Dieſer hatte ſich im Jahre 1727, als der aufſteigende Knoten ſeiner Bahn in den Frühlingspunct fiel, in ſeinen größten Breiten, wie geſagt, auf $(23\frac{1}{2} + 5 =)\ 28\frac{1}{2}^\circ$ vom Aequator entfernen (den Polen alſo mehr nähern) können, wogegen (9 Jahre ſpäter) 1736, beim Zuſammentreffen des niederſteigenden Knotens mit jenem Puncte, die größte Entfernung nicht über $(23\frac{1}{2} - 5 =)\ 18\frac{1}{2}^\circ$ ** ſtieg; und die Wirkung des Mondes auf den Aequator der Erde, d. h. auf die denſelben umringende „Wulſt“ von mehrerer Materienanhäufung, auf welche „Wulſt“ ich immer zurückkommen muß, war alſo zu jener erſteren Zeit unter einem viel größeren Winkel, und ſolchergeſtalt, mit Beförderung der Präceſſion, gerader, energiſcher, als im letzteren erfolgt u. ſ. w. Da Bradley am angegebenen Ende der Periode hierüber keinen weiteren Zweifel behielt, ſo machte Er dieſe ſcheinbare Bewegung der Firſterne (dieſe Anomalie im ſonſt regelmäßigen Verlaufe des „Vorrückens der Nachtgleichen“ und dem Einfluſſe davon auf die Länge jener Geſtirne) mit ihren Geſetzen, jedoch ohne weitere beſtimmte Erklärung, 1748 in den „Transactionen“ („Philos. Transact.“ Nr. 458.) bekannt, und theilte ſeinen Aufſatz dem damaligen Secretair der Pariſer Akademie, Mechain, mit. Dieſer ſah aber, wie uns Lalande „Astronomie.“ §. 2858. weiter berichtet, ſogleich ein, daß es zur Erklärung dieſes Vorganges, in ſeiner Beziehung zu einem „Wanken der Erdaxe“, und allen ſeinen Erſcheinungen vollkommen hinreiche, anzunehmen, daß die Erdpole (jeder derſelben) während der Umlaufsperiode der Mondknoten den erwähnten kleinen Kreis von 18″ Durchmeſſer beſchreiben, und zu deſſen verſprochener näheren Betrachtung ich nunmehr übergebe

Sey nämlich Fig. 5* der Tafel XXII. E der Nord-Pol der Ekliptik, und P der nördliche Weltpol (worauf ich mich alſo, da es ſich mit dem Südpole natürlich eben ſo verhält, beſchränke), in ihrem gegenſeitigen (dem Winkel der Ekliptik mit dem Aequator gleichen) Abſtande von $23\frac{1}{2}^\circ$; ♈ P ♎ der Kolur der Nachtgleichen; ♋ P ♑ der Kolur der Sonnenwende; und abcd der in Rede ſtehende kleine Kreis von 9″

* Man könnte ſich durch dieſe Gleichheit der Zahlen: 18 Secunden und 18 Jahre, zur Annahme einer dießfallſigen Beziehung verleiten laſſen, eine ſolche beſteht aber nicht; die Knotenperiode iſt, bemerktermaßen, vielmehr = 18 Jahre $7\frac{1}{2}$ Monate, und oben nur in runder Summe gerade = 18 Jahren geſetzt.

** Die Ekliptik macht, um nochmals daran zu erinnern, mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^\circ$, die Mondbahn mit der Ekliptik aber einen Winkel von 5°. Fällt letztere alſo zwiſchen die Mondbahn und den Aequator, ſo kann ſich der Mond in ſeiner größten, z. B. nördlichen Breite $(23\frac{1}{2} + 5 =)\ 28\frac{1}{2}^\circ$ vom Aequator entfernen, wogegen dieſe Entfernung, wenn vielmehr die Mondbahn zwiſchen der Ekliptik und dem Aequator liegt, bei 5° ſüdlicher Mondbreite nur $(23\frac{1}{2} - 5 =)\ 18\frac{1}{2}^\circ$ beträgt. — Ich ſpreche, bevorwortetermaßen, von der nördlichen Hälfte der Mondbahn.

* Ich gebe zwar dieſe Figur, gleichwie es meine Vorgänger im Vortrage der nicht leichten Lehre von der Nutation gethan haben, geſtehe aber, daß ich das Meiſte dabei von der ganzen Anſtrengung der Einbildungskraft meiner lieben Leſer erwarte.

Halb- (den obigen 18″ Durch-) meſſer, in welchem alſo, wie ich ihn hier eben genauer bezeichnen wollte, der wahre, der am Himmel erſcheinende Pol, wohin die Erdaxe wirklich gerichtet iſt, um den mittleren, d. h. ohne Nutation Statt findenden (P) eben ſo rückwärts*, wie die Mondknoten laufen, von a durch bcd herumkömmt, und den ich dieſer, in ihm vorgehenden Umkreiſung des mittleren durch den wahren Pol wegen, wohl nicht unpaßlich einen „Beikreis“ oder „Epicykel“ ** genannt habe. Da die größte Breite des Mondes (wie überhaupt jedes Geſtirns) allemal 90° von ſeinen Knoten Statt hat, ſo findet ſich auch der wahre Pol auf dieſem, von ihm zu durchlaufenden Kreiſe um 90° gerader Aufſteigung öſtlicher als der Ort des aufſteigenden Knotens (☊) in der Ekliptik: iſt z. B. ☊ in o ♈, ſo ſteht der Pol in a; kommt jener nach ($^{18}/_{4}$ =) 4¼ Jahren rückwärts zu o ♑, ſo iſt der Pol in b; und eben ſo erſcheint derſelbe in c und d, wenn der Knoten durch o ♎ und o ♋ geht. Steht der Pol des Aequators (der Weltpol) in a, ſo iſt er vom Pole E der Ekliptik — und dieß wenigſtens zeigt die Figur ſichtbarlich — um den Durchmeſſer des „Beikreiſes“, um die angegebenen 18″, weiter entfernt, als wenn er ($^{18}/_{2}$ =) 9 Jahre darauf nach c kömmt; — und man ſieht, um nur erſt den Umſtand wenigſtens begreiflicher zu machen, daß das „Vorrücken der Nachtgleichen“ (die dadurch hervorgebrachte Affection der Länge, geraden Aufſteigung und Abweichung der Geſtirne, bei alleiniger Unveränderlichkeit ihrer Breite, und alſo der Lage der Ekliptik, als Grundebene; ich komme gleich darauf zurück), in Gemäßheit einer derartigen gleichzeitigen Bewegung des Weltpols* im „Epicykel“ anders ausfallen muß, als wenn dieſer Pol den Pol der Ekliptik ſo einfach umkreiſt, wie wir Dieß beim Abſehen von der Nutation für das, wenn ich ſo ſagen darf, „reine“ Vorrücken nachgewieſen haben.

Dieſer, alſo durch die Figur veranſchaulichten Ortsänderung des Pols des Aequators ferner, folgt aber natürlich letzterer (mit ſeinem „Wulſte“) ſelbſt; denn wenn der Pol in a, und alſo vom Pole E der Ekliptik um die angegebenen 18″ weiter als in c entfernt iſt, ſo hat ſich auch der Aequator von der Ekliptik, welche man hierbei, bevorwortetermaßen, als feſt, und als „Grundebene“ betrachten muß, um ſo viel mehr entfernt; und der Winkel zwiſchen beiden, d. h. die „Schiefe der Ekliptik“ (vergl. d. A. S. 386) iſt, wie ich zuerſt nachweiſen wollte, dabei um eben ſo viel verändert: findet ſich nämlich der Weltpol P in b und d, alſo auf dem Kolur der Nachtgleichen, ſo ſteht er vom Pole E der Ekliptik um die mittlere Entfernung bE = dE = PE, der obigen 23½° ab, und der Aequator ſelbſt liegt alſo auch eben ſo weit von der Ekliptik; in c iſt aber dieſer Abſtand um 9″ kleiner, in a dagegen um 9″ größer, ſo daß der ganze Unterſchied, wie geſagt, auf (9 + 9 =) 18 Secunden ſteigt*.

* Die Figur war nämlich einmal ſo gezeichnet, wie auf ihr die Puncte ♑ ♎ ♋ ♈ rückwärts auf einander folgen, wogegen ich ſonſt das ♈ Zeichen immer rechts lege. Dieſe Bemerkung wird einer etwannigen Bedenklichkeit vorbeugen.

** Vergl. d. Art. Epicykel, in welchem „Beikreiſe“ die Griechiſchen Aſtronomen ebenfalls den wahren Planeten den gleichmäßig fortrückenden Mittelpunct „umlaufen“ ließen. — Vielleicht dient die Anwendung dieſes einzigen, für den Vorgang ſonſt noch nirgend benützten Ausdruckes zur beſten Verdeutlichung.

* Ich möchte dieß gern ſo anſchaulich wie möglich machen, und gebe deßhalb noch die Hülfsfigur 6, in der E wieder den Pol der Ekliptik und P den Weltpol vorſtellt, welcher ſich in dem kleinen Kreiſe bewegt, indeß dieſes Kreiſes Mittelpunct c in dem großen Kreiſe um jenen erſteren Pol ſo fortrückt, wie es dem („reinen,“ von der Nutation nicht afficirten) „Vorrücken der Nachtgleichen“ gemäß iſt.

** Leſer, welche namentlich über dieſen Einfluß der Nutation auf Aenderung der Schiefe der Ekliptik noch tiefere Erörterungen, als der Plan meines Werkes geſtattet, verlangen ſollten, muß ich auf Lalande: „Astronomie.“ Li-

Um hiernächſt aber auch von dem oben gleichfalls nur erſt allgemein angedeuteten Einfluſſe der Nutation auf diejenige Aenderung der Länge, geraden Aufſteigung und Abweichung der Geſtirne, welche das (reine) „Vorrücken der Nachtgleichen", ohne eine derartige Modification hervorbringen würde, mit Bezug auf die Figur den verſprochenen beſtimmteren Begriff zu geben; ſo ſey, in dieſer Figur, T ein Stern, deſſen Abſtand vom Pole E der Ekliptik, d. h. das Complement der, bey dieſer Bewegung des Weltpoles, bevorwortetermaßen, allein unverändert bleibenden Breite, alſo durch TE ausgedrückt wird. Wenn nun eine ſolche Bewegung des Weltpols im hier betrachteten kleinen „Beikreiſe", und ſolchergeſtalt eine Nutation überhaupt nicht Statt hätte, ſo wäre und bliebe, mit der alleinigen Veränderung, welche das (reine) Vorrücken der Nachtgleichen darin hervorbringt, TP der Abſtand des Sterns vom Weltpole, = dem Complemente der Abweichung; PET die mittlere Länge von o ♋ an weſtwärts gerechnet; und EPT die, von dem Kolur PE oſtwärts genommene mittlere gerade Aufſteigung, als diejenigen drei Beſtimmungen, die zunächſt durch das Vorrücken afficirt werden; und jene ihre Veränderung würde ſich auf den Einfluß beſchränken, den die bloße Kreisbewegung des Weltpols P um den Pol E der Ekliptik, als Bedingung des Vorrückens, hervorbringt. Da erſterer Pol aber, eben der zugleich mitwirkenden Nutation wegen, außerdem auch noch den in Rede ſtehenden Beikreis beſchreibt, und darin z. B. nach S verſetzt wird, ſo ſieht man augenſcheinlich, wie ſich in Folge davon die Lage der auf den Weltpol bezüglichen Koluren der Nachtgleichen und Sonnenwenden, und alſo das Verhältniß der genannten drei Daten alterirt findet*. Auf weitere Entwicklung der betreffenden Formeln kann ich mich aber, ſo wenig als Dieß im vorangehenden Artikel „Vorrücken der Nachtgleichen" geſchehen iſt, einlaſſen: man findet dieſelben ſehr ſchön beim Lalande l. c.; und ich beſchließe daher den Vortrag über das „Wanken der Erdaxe" (die „Nutation") hiermit, indem die hiſtoriſchen Notizen ſchon gelegentlich beigebracht ſind, und in literariſcher Hinſicht etwas Beſſeres als die citirte ausführliche Arbeit von Lalande*, welche ich nur nach beſtem Vermögen gemeinfaßlicher darzuſtellen bemühet geweſen bin, wohl ſchwerlich wird empfohlen werden können.

Wanken (Schwanken) des Mondes, ſ. Libration.

Waſſer; Aqua; *Eau.* Dieſe Flüſſigkeit kann ich in meiner aſtronomiſchen Arbeit natürlich nur unter dem anmuthigen Geſichtspuncte planetariſcher Analogie erwähnen. Unter dieſem Geſichtspuncte habe ich aber das Vorhandenſeyn einer dem irdiſchen Waſſer ähnlichen Flüſſigkeit namentlich für den Planeten Jupiter (S. 830), Mars (S. 76 und 78) und Saturn

vre XVII. „de la Nutation," aber dießmal, ſtatt auf die gewöhnlich von mir citirte zweite, auf die 3te Auflage verweiſen, wo der Gegenſtand mit aller Ausführlichkeit behandelt wird.

* Ich habe das Detail dieſer, von der Ortsveränderung des Pols abhängigen Lagenveränderung der ihn durchſchneidenden beiden Koluren und der Folgen davon auf die Länge, gerade Aufſteigung und Abweichung des Sterns für Leſer, denen daſſelbe nicht zu ſteril vorkommt, in der Figur angegeben. Andere Leſer werden ſich die darauf bezüglichen Hülfslinien leicht wegdenken.

* Ich finde in meinen Notizen zwar noch einer andern Arbeit über Präceſſion und „Nutation" von dem Engliſchen Mathematiker Simpſon (Robert, Profeſſor der Mathematik zu Glasgow, und als ſolcher geſtorben daſelbſt 1768): „Miscellan. tracts." 1757 mit großem Lobe erwähnt; allein Lalande hat dieſelbe, wie ich eben ſehe, auch gekannt, und ſagt, ſie anführend („Astronomie." 2te Ausg. §. 3526), ausdrücklich: „je profiterai de ce travail, mais je tâcherai d'en simplifier toutes les parties d'une manière encore plus satisfaisante." — ſo daß ſein Vortrag doch wohl den erſten Rang, welchen ich demſelben oben anweiſe, verdienen wird

(S. 378) mit der allergrößten Wahrſcheinlichkeit dargethan, und verweiſe Leſer, welche ſich mit mir an dergleichen „planetariſchen Analogien“ erfreuen, beſonders gern dahin.

Welt; Mundus; *Monde.* Allgemein der Inbegriff alles Erſchaffnen; unter dem engeren aſtronomiſchen Geſichtspuncte, die Geſammtheit der Geſtirne (Himmels= oder Weltkörper Corpora coelestia; *Corps célestes*), ſammt dem von ihnen erfüllten Himmels= (Welten=) raume, wofür man zuſammen auch den Ausdruck Univerſum (Weltall, Schöpfungsall) anwendet. Gewöhnlich betrachten wir aber das „Weltall“ nicht geradehin in dieſer Geſammtheit, ſondern unterſcheiden die von uns ſelbſt bewohnte und daher näher gekannte und bevorzugte Erde von den übrigen Geſtirnen (Himmelskörpern), wiewohl ſie nicht weniger nur dazu gehört, und theilen demgemäß die „Welt“ in Himmel und Erde, als Gegenſätze; ja wir ſchränken zuweilen den Begriff der „Welt“, wie in den Ausdrücken Weltmeer, Welttheil, bloß auf die Erde ein. Ferner verſteht man unter „Welt“ in weiterer, wenn auch noch nicht in der obigen richtigen allgemeinſten Bedeutung, ein Syſtem mehrerer, in einer beſondern Verbindung ſtehenden Himmelskörper, und bezeichnet demgemäß z. B. den Jupiter mit ſeinen Monden als *„Mundus“ Jovialis;* und in ähnlicher Weiſe drückt die bekannte Redensart „Mehrheit der Welten“ (Fontenelle's berühmte „Pluralité des mondes“, ich komme im Art. Weltgebäude darauf zurück) meiſtens nur eine Mehrheit ſolcher Himmelskörper (Geſtirne), wie unſer Planet Erde, aus, obwohl auch in einem ausgedehnteren Sinne, z. B. bei Anführung der Wunder der „Fixſternwelt“, Gebrauch davon gemacht wird.

In Gemäßheit deſſelben Sprach=Gebrauchs ſagt man ſtatt „Planeten“= oder „Sonnenſyſtem“ Weltſyſtem, daher ich in jenen beiden Artikeln auf den letzteren, bald folgenden verwieſen habe; durch „Weltgebäude“ (vergl. auch dieſen, gleich folgenden beſondern Artikel) endlich aber charakteriſirt man die, unter dem Geſichtspuncte ihrer gegenſeitigen Anordnung betrachteten Weltkörper, wie ich Ideen über dieſe gegenſeitige Anordnung in dem, dem erſten Bande unſeres Werkes, S. 1018 flgd. beigegebenen Anhange „Von der Architektonik des Himmels“ entwickelt habe.

Weltaxe; Axis mundi; *Axe du monde.* Die von dem einen Weltpole (vergl. d. A.) zum andern gedachte, und alſo bei der ſcheinbaren täglichen Himmels=Umdrehung unbewegt bleibende Gerade.

Man verſinnliche ſich die frei im Himmelsraume ſchwebende, von den, dieſen Raum erfüllenden Geſtirnen, namentlich den Fixſternen umgebene Erdkugel. Bei der Unermeßlichkeit des Abſtandes dieſer Sterne wohnt dem Beobachter auf dem Erdkörper über ihre wahre Entfernung kein Urtheil bei: er wähnt ſie alle gleich weit entfernt; und es ſcheint ihm alſo, als wenn er ſich mit ſeiner Erde im Mittelpuncte einer concentriſchen Hohlkugel* befinde. Da ſich die Erdkugel hierbei, wie wir wiſſen, zugleich in einer rotatoriſchen täglichen Bewegung von Weſten nach Oſten befindet, ſo wollen wir uns durch dieſen ihren „concentriſchen“ Mittelpunct einen, an den entſprechenden Oberflächenpuncten hervortretenden Stock oder ſo etwas denken, um welchen die gedachte Rotation erfolge, und welcher demnach die Erdaxe der Rotation abgibt, und die Rotations=Erdpole (den nördlichen und ſüdlichen), in der uns nicht weniger bekannten Bedeutung dieſer Ausdrücke bezeichnet. Ueberträgt man dagegen, indem man die Erdkugel als ſtillſtehend annimmt, ihre tägliche Rotation von Weſten nach Oſten, vielmehr der ſie concentriſch umgebenden Himmels=

* Dieſe, aller ſphäriſchen Aſtronomie zu Grunde liegende Vorſtellung, wie ich ſie an vielen Orten unſeres Werkes (Breite, geographiſche, S. 135, Erde, S. 349, Kugeldreieck, S. 981 u. ſ. w.) hervorgehoben habe, kann nicht geltend genug gemacht werden; und ich hole gern etwas weiter aus, um nur Gelegenheit zu finden, auch das, was ich über „Weltaxe“ ſagen muß, in ihrer Verbindung vorzutragen.

kugel mit ihren Sternen, in der entgegengeſetzten Richtung von Oſten nach Weſten, ſo werden alle Sterne größere oder kleinere und immer kleiner ausfallende Kugelkreiſe um die gedachte Erdaxe beſchreiben, bis ein Stern, welcher genau dem einen, oder ein Stern, welcher genau dem andern der Erdpolpuncte ſelbſt entſpräche (ſenkrecht darüber wäre), gar nicht mehr zu kreiſen, ſondern bei dieſer Himmelsdrehung ganz ſtill zu ſtehen ſcheinen (in relativer* Ruhe verharren) würde. Jetzt verlängere man in Gedanken jene, die Erdaxe abgebende Gerade (jenen Stock), an beiden Enden, bis zu den alſo beſtimmten, unbewegt bleibenden Sternen, oder doch Himmelspuncten überhaupt, und welche ſomit, als „Weltpole", den Erdpolen correſpondiren, ſo wird die dieſergeſtalt verlängerte Erdaxe, unſerer obigen Definition gemäß, zur Weltaxe, indem ſie nunmehr eine, die beiden Weltpole, den nördlichen und ſüdlichen verbindende, und gleich ihnen, bei der ſcheinbaren täglichen Himmelsbewegung, unbewegt bleibende Gerade abgibt.

Neben der, alſo durch die Unermeßlichkeit der Fixſtern-Entfernung bedingten Kugelgeſtalt der den Erdkörper umgebenden, eingebildeten Himmelshülle, und unſeres vermeinten Einnehmens des Centrums der Kugel, hat die Größe jener Entfernung aber auch noch die Folge, daß die Erde dagegen gleichſam zum Puncte zuſammenſchrumpft, d. h., daß ſich alle von ihrer Oberfläche nach den Weltpolen gedachten Geſichtslinien, in vollkommenſter Strenge, als Parallelen der „Weltaxe" darſtellen, und letztere alſo überall durch das, nach dem Weltpole (nach einem dieſen Pol bezeichnenden, — vergl. Polarſtern — wenigſtens poſtulirten Fixſterne) gerichtete Auge des Beobachters geht. Seyen Fig. 7 der Tafel XXII. P, P' die beiden Erdpole, und ſey P'' P''' alſo die „Weltaxe", ſo ſieht ein, im verlängerten Erdradius CA ſtehender Beobachter, und deſſen Zenith demgemäß nach Z hinaus liegt, den Weltpol WP'' in der, genau mit der Weltaxe P'' P''' parallelen Richtung AWP'': wenn dieſer Beobachter ſein Auge A nach dem Weltpole (nach einem denſelben genau einnehmenden Sterne, wie dieß mit dem deßwegen citirten Polarſterne wenigſtens nahe der Fall iſt) richtet, ſo fällt dieſe Geſichtslinie, dieſer Viſionsradius, mit der Weltaxe zuſammen, er gibt dieſelbe ab; der Winkel WAZ iſt genau = PCA und hat alſo, wie letzterer, den Bogen PA zum Maße*, welches nicht der Fall ſeyn könnte, wenn nicht, der Unermeßlichkeit der Fixſtern-Entfernung und der nur Punct-groß im Centrum der Fixſtern-Himmelshohlkugel anzunehmenden Erde wegen, worauf ich eben die ganze Betrachtung baſiren wollte, P'P'' ſowohl als AWP'' die „Weltaxe" abgäben; — und nur aus dieſem Grunde haben wir, wie ich zugleich bemerke (Gnomonik, S. 668), auch die Zeiger der Sonnen-Uhren auf der ganzen Erdoberfläche als Parallelen der (Erd- d. h. der) „Weltaxe" anſehen dürfen.

Die Weltaxe ferner bildet die Axe des Aequators und der ihm gleichlaufenden Tagkreiſe, Wendekreiſe, Polarkreiſe ab; und ihr Winkel mit dem Horizonte eines Ortes ſchließlich iſt, wie ſich meine Leſer durch eine leichte Zeichnung ſelbſt überzeugen werden, immer dem Winkel der Polhöhe (geographiſchen Breite) dieſes Ortes gleich.

Weltenſchöpfungsſtoff; in der Bildung eines Lateiniſchen Ausdruckes will ich meinen lieben Leſern nicht vorgreifen; *Matière rare et diffuse, répandue dans l'univers, et dont tous les corps célestes ont été formés* (vergl. unten). Ich habe an mehreren Stellen meines Werkes, z. B. Band I. S. 572

* Ich unterſtreiche das Wort nicht ohne Abſicht; denn wenn die ganze Himmelskugel als drehend angenommen wird, ſo drehet ſich der Polpunct (ein ihn bezeichnender Stern) gewiß auch mit; er drehet ſich aber nur in ſich ſelbſt, ohne die Ortsveränderung der ſämmtlichen übrigen Sterne, und iſt alſo in ſofern in Ruhe, welche aber wirklich nur eine „relative" iſt. — Ich weiß, wie oft dieß Anſtoß gibt.

* Vergl. Bd. I. S. 135 unſeres Werkes, wo wir ganz denſelben Satz angewendet haben.

S. 1031 u. ſ. w. auf die unabweisliche Nothwendigkeit hingewieſen, im Univerſum einen feinen Stoff anzunehmen, durch deſſen allmälige Zuſammenballung und Verdichtung nicht nur die ſchon vorhandenen Geſtirne entſtanden ſind, ſondern auf welchen die Schöpfungskraft der Natur, als Dienerin in dieſem Plane, zur Darſtellung neuer ſolcher Weltkörper noch unaufhörlich zu wirken fortfahren, demgemäß die Schöpfung, ſtatt als ein geſchloßner, vielmehr als ein fortgehender Act ſchöpferiſcher Allmachtsäußerung der Gottheit betrachtet werden muß; — und ich habe jenen Stoff, den Sie, oder alſo die von Ihr beauftragte Natur, dabei benützt, gewiß nicht unpaßlich mit dem voranſtehenden Namen des „Weltenſchöpfungsſtoffes“* belegt. Die bibliſche Vorſtellung eines „Ausruhens Gottes von Seinem Schöpfungstagewerke“ muß von ihrem Standpuncte aus interpretirt werden; die Wiſſenſchaft huldiget einer hehreren Anſicht, und läßt der Unendlichkeit der Zeit und des Raumes eine Unendlichkeit ſteter Production entſprechen, wozu ſich nach meinen Ueberlegungen nun eben der „Weltenſchöpfungsſtoff“ darbietet.

Während ich aber noch mit der Ausbildung dieſer Ideen in meinem Sinne beſchäftiget bin, ſtoße ich auf ähnliche erhabene Gedanken bei Herſchel (dem „Großen“, wie ich Ihn immer von ſeinem wackren Sohne John Herſchel unterſcheide) und Kant, dem Königsberger Weltweiſen, und es gereicht mir zur Genugthuung, verwandte Aeußerungen ſolcher Männer zur Unterſtützung meiner Anſicht vortragen zu können.

Die Aeußerungen Herſchel's zunächſt über die Nothwendigkeit der Annahme eines „Weltenſchöpfungsſtoffes“ finden ſich vortrefflich zuſammengeſtellt in der vom Franzöſiſchen Akademiker Fourier (geſt. 1829), in der Sitzung der Pariſer Akademie vom 7. Juni 1824. vorgetragenen Analyſe der Arbeiten und Meinungen des Britiſchen Aſtronomen. Fourier hebt mit Herſchel's Beobachtungen über die Beſchaffenheit der Nebelſterne* und Nebelflecke des Fixſternhimmels an, und führt dann (ich beſchränke mich auf einen Auszug) folgendergeſtalt fort: „Die Betrachtung der Geſammtheit dieſer Umſtände leitete Herſchel ſehr natürlich auf die, an mehreren Stellen ſeiner Werke** vorgetragenen Ideen eines (vergl. die Definition zu Eingange) durch das ganze Univerſum verbreiteten, eigenthümlichen feinen Stoffes, aus welchem ſich allmälig ſämmtliche Himmelskörper gebildet haben. Der, zum Behufe einer ſolchen Geſtirnbildung, wie geſagt, in allen Regionen des Weltalls vorhandene (und, ſonach wirklich „Weltenſchöpfungs“-) Stoff zeigt aber ſehr ungleiche Grade der Verdichtung, und iſt namentlich in den Geſtirn-Nebelmaſſen und den Kometen nur erſt noch in luft- (gas-) förmiger Geſtalt vorhanden. Das Princip der Gravitation findet ſich nicht auf die ſchon formirten Syſteme von Weltkörpern eingeſchränkt, ſondern iſt in allen Puncten des Raumes thätig, und überall der Ausdehnungs-Kraft† entgegenge-

* Leſer, welche ſinnlichere Andeutungen eines ſolchen, im Univerſum verbreiteten Stoffes verlangen, verweiſe ich auf den ſich unter Ihren Augen bildenden ſogenannten „Sonnenſtaub,“ welcher höchſt wahrſcheinlich in einer viel engeren Beziehung zu den Schöpfungsproceſſen ſteht, als man bei der ſcheinbaren Unbedeutendheit ſeines Vorkommens anzunehmen geneigt iſt.

* Vergl. d. Art., welchen ich mit Verweiſung hierher ausdrücklich als eine Vorbereitung auf den gegenwärtigen Vortrag bezeichnet habe.

** Man beſitzt, wie meine Leſer, Behufs eigener Vergleichung, hier wohl gern bemerkt finden, zwei deutſche Bearbeitungen von Herſchel's ſchriftſtelleriſchen, in den „Philos. Transact.“ zerſtreueten Leiſtungen: „Ueber den Bau des Himmels.“ Von W. Herſchel. Deutſch durch Pfaff (dem Erlanger Profeſſor). Dresden. 1826. gr. 8.; und „Herſchel's Entdeckungen in der Aſtronomie.“ Durch denſelben. Stuttgart, 1828. 8. — Die obige Anſicht eines „Weltenſchöpfungsſtoffes“ findet ſich darin passim mehr und weniger beſtimmt ausgeſprochen.

† Dieſe Ausdrücke gebraucht Fourier für den von der dynamiſchen Naturlehre als „Vis attractiva“ und „Vis repulsiva“ bezeichneten Dualismus.

ſetzt; und man ſieht demnach ein, daß die davon abhängige durchgängige Attraction jenen Stoff allmälig hat vereinigen und die Geſtirne daraus bilden können; gleichwie die *Nebelſterne* ſichtbarlich nichts weiter als, wenn ich ſo ſagen darf, Fixſtern-Embryonen ſind, die ſich erſt noch in einer ſolchen (fortgehenden) Bildung aus „Weltenſchöpfungsſtoff“ befinden; — eine Anſicht Herſchel's, welche ſich vortrefflich an meine obige Forderung der nothwendigen Annahme fortgehender, *nicht abgeſchloßner*, Schöpfungsthätigkeit der Allmacht anſchließt. — *Kant* führt mich unten darauf zurück. Erhabener noch, und mit Erweiterung des Geſichtspunctes, drückt ſich *Kant*, zu welchem ich ſodann übergehe („Allgemeine Naturgeſchichte des Himmels“. — Eine an den vortrefflichſten Gedanken überreiche Arbeit. Vor mir liegt eine *vierte* Auflage, Zeitz. 1808. gr. 8. — S. 81 flgd.) über den Gegenſtand aus. „Um der Bildung der Geſammtheit der Weltkörper nachzuſpüren, iſt es nothwendig, die mechaniſchen Geſetze der zu dieſer Bildung *zuſammenſtrebenden Materie* (eben was ich „*Weltenſchöpfungsſtoff*“ nenne) zu verfolgen. In dem unendlichen Raume des überall verbreiteten elementariſchen Grundſtoffs muß dieſer Stoff an irgend einem Orte die dichteſte Häufung gehabt haben *, um durch die daſelbſt vorzugsweiſe bewirkte Vereinigung dem Ganzen, oder vielmehr ſeinem, in unſerer beſchränkten Vorſtellung, daſſelbe vertretenden Theile, eine ihm zur Unterſtützung dienende Maſſe haben verſchaffen können. Zwar ſcheint dieſer Vorzug irgend einem beſtimmten Puncte nicht zu gebühren; allein es darf doch angenommen werden, daß einige particulare Formationen eine kräftigere Anziehungskraft als andere gehabt haben; und man darf daraus folgern, daß ſich nur erſt von hier aus die Bildung weiter erſtreckt, und mit ſtetiger Fortſchreitung auch in fernere Regionen verbreitet hat, und noch verbreitet, um den unendlichen Raum im Fortgange der Abhängigkeit mit Ordnungen und Welten zu erfüllen (ganz wie ich dieſer vollkommenſten Uebereinſtimmung der Anſicht wegen vorn hierher verwieſen habe). „Laſſet uns“ fährt der ehrwürdige *Kant*, deſſen Worte ich nun ganz unverändert anführe, ſodann fort, „laſſet uns dieſer Vorſtellung einen Augenblick mit ſtillem Vergnügen nachhangen. Ich weiß Nichts, was vermögend wäre, den Geiſt des Menſchen zu einem ſo edlen Erſtaunen anzuregen, als dieſer Theil der, auf die ſucceſſive Ausbauung der Schöpfung bezüglichen Theorie, indem dem Beobachter dadurch eine Ausſicht in das unendliche Feld der Allmacht und Ihrer Schöpfungsthätigkeit, gleichwie Anwendung der nach den höchſten Geſetzen von Raum, Zeit in ihnen vertheilten Elementarſtoffe eröffnet wird. Wenn man mir einräumt, daß die Materie, die den Stoff zur Bildung aller Welten abgibt, in dem ganzen unendlichen Raume der göttlichen Gegenwart nicht gleichförmig, ſondern nach einem gewiſſen Geſetze mehrerer oder minderer Verdichtung vertheilt iſt, nach welchem Geſetze die Zerſtreuung des Urſtoffs von einem beſtimmten Puncte, als dem Orte der dichteſten Häufung, aus zunimmt; ſo wird die Bildung, in Folge der urſprünglichen Regung der Natur, zuerſt bei dieſem Centrum angehoben haben, und dann in nie abbrechender, eben ſo unendlicher Folge, als es die Unendlichkeit des Raumes und der Zeit ſelbſt iſt, allmälig vorſchreiten; — die durchgängige Entſtehung der ſchon vorhandenen und noch täglich neu entſtehenden Geſtirne aus dieſem „Weltenſchöpfungsſtoffe“, als der eigentliche Zielpunct meines Beweiſes, iſt aber dann außer Zweifel geſetzt.

Mit dieſen Betrachtungen *Kant's* und *Herſchel's*, welchen ich an Erhabenheit Nichts hinzuzufügen weiß, breche ich den Vortrag über „*Weltenſchöpfungsſtoff*“ ab, mich, wie geſagt, glücklich ſchätzend, zwei ſolche Auctoritäten wegen Beibringung eines Artikels für mich anführen zu können, welcher freilich ſonſt in einem aſtronomiſchen Lehrbuche, ſo viel ich weiß, Aufnahme noch nicht gefunden hat *, nach den obigen Auseinanderſe-

* Nur mit andern Worten *Herſchel's* obige Forderung der Annahme „ungleicher Verdichtung des Weltenſchöpfungsſtoffes in den verſchiedenen Regionen des Univerſums.“

* Beziehungsweiſe habe *ich* von der Lehre

tzungen und meinem Vorgange, aber künftig ganz darin doch wohl nicht mehr wird übergangen werden dürfen.

Weltgebäude, Weltbau, Weltall, Univerſum; *Mundus universus*, Systema mundi s. cosmicum, Fabrica mundi; *Monde*, l'Univers. Der (vergl. Welt) Inbegriff aller Weltkörper, in ihrer Ordnung und Verbindung betrachtet. Obgleich das in ſeiner ganzen Ausdehnung hierüber Vorzutragende allerdings nur auf Analogie beruhet, ſo beſitzen wir doch von demjenigen Theile des „Weltbaues“, welchen unſer Sonnenſyſtem mit dem dazu gehörigen Planeten Erde einnimmt, hinreichend genaue Kenntniſſe, um eine ſolche Analogie darauf begründen zu können*. In dieſem bekannten Theile des „Weltbaues“ aber nimmt die leuchtende und wärmende Sonne den vornehmſten, den Mittelplatz, ein, und findet ſich in demſelben von einer Anzahl, eigenen Lichtes und eigener Wärme entbehrender Haupt- und Nebenplaneten und Kometen umlaufen, die dieſes Licht und dieſe Wärme von ihr empfangen, und dadurch zu Wohnplätzen empfindender und genießender Weſen geſchickt werden, wogegen, im Austauſche, vielleicht ein anderer Stoff von den Planeten, welche man hierbei ungern als ganz paſſiv denkt, zur Sonne zurückfließt. Verbindet man hiermit diejenige Idee unſerer früheren Aſtronomie, die in jedem Fixſterne (vergl. d. A. S. 541) eine Sonne annahm, ſo drängt ſich unwiderſtehlich die Vermuthung auf, daß auch jede dieſer Sonnen wiederum ein Gefolge von Planeten habe, eine Anſicht, welche nur durch die Erhabenheit der neueſten Entdeckungen übertroffen wird, denen zu Folge ein Theil dieſer Fixſterne (vergl. wieder d. A. S. 560), als Doppelſterne, vielmehr ſogar unter dem Geſichtspuncte von Sonnen höherer Ordnung betrachtet werden muß, deren Gefolge nicht mehr auf bloße Planeten beſchränkt iſt, ſondern vielmehr ſelbſt wieder aus Sonnen von nur ſubalternerer Natur beſteht. Schon die bezeichnete frühere Annahme aber vervielfältiget die Menge der Wohnplätze für empfindende und der Glückſeligkeit fähige Geſchöpfe auf eine alle unſere Vorſtellung weit übertreffende Weiſe; und es iſt eben dieſe der unendlichen Größe und Güte des Schöpfers ſo würdige Lehre, welche man unter dem Namen der „Lehre von der Mehrheit der Welten“, „Pluralité des mondes“, begreift, wie namentlich der geiſtreiche Fontenelle ſein bekanntes betreffendes, von mir bereits im Artikel Welt erwähntes Werk (ich komme hinten darauf zurück) benennt.

Selbſt die Weltweiſen des Alterthums, wiewohl man zu ihrer Zeit von der Entfernung und der Größe der Geſtirne nur noch ſehr unvollkommne Begriffe hatte, hingen dieſer Lehre an. Man findet viele darauf bezügliche Behauptungen namentlich beim Plutarch: „De placitis Philos.“ L. I. cap. 5. II. cap. 13. 30. Die Pythagoräer Philolaus, Nicetas und Heraklides lehrten, daß jedes Geſtirn eine Welt ſey; die Unzählbarkeit dieſer Welten war (vergl. *Lucret.* „de rerum natura.“ Lib. II. v. 1086.) ein eigener Satz des Epikureiſchen Lehrgebäudes; und Metrodor von Epheſus ſagt ausdrücklich, „in den unendlichen Raum nur Eine Welt ſetzen, ſey eben ſo ungereimt, als in einem unermeßlichen Felde nur Eine Aehre zu ſuchen“. Auch Xenophanes, Zeno von Elea, Anaximenes und Anaximander lehrten die Vielheit der Welten, und nahmen Bewohner der Geſtirne an. Sehr umſtändlich ſind dieſe Meinungen der Alten beim Fabricius in der Bibliotheca Graeca. T. 1. cap. 20. zuſammengeſtellt.

Das Copernikaniſche Syſtem, indem es den Fixſternen richtigere Entfernungen und Größen anwies, erweiterte und berichtigte dieſe Begriffe noch unendlich mehr; und die Aehnlichkeit dieſer Ge-

vom „Weltenſchöpfungsſtoffe“ Anwendung gemacht im Art. Erde, S. 371, wo ich dieſen Planeten aus concentriſchen Schichten von einer nach dem Centrum hin wachſenden (l. c. ſteht durch einen überſehenen Druckfehler „wechſelnden“) Dichte ſolchen Stoffes entſtehen laſſe.

* In dieſer nur allmäligen Vorſchreitung bedinge ich mir nämlich aus, den hehren Gegenſtand vortragen und erſt ſchließlich auf die neueſten Arbeiten über ſeine ganze Unermeßlichkeit kommen zu dürfen.

ſtirne mit unſerer Sonne trat dabei immer beſtimmter hervor. Giordano Bruno, philoſophiſcher Schriftſteller dieſer Zeit (geborner Neapolitaner, nach wechſelndem Aufenthalte in Deutſchland und Italien als Ketzer verbrannt zu Rom 1600.), beſang damals die Lehre von der Unzählbarkeit der Welten in einem eigenen Gedichte: „De innumerabilibus, immenso et infigurabili“. Frf. 1591. 8. und verband damit die Idee von der Unendlichkeit des Weltbaues ſowohl dem Raume als der Zeit nach. Kepler dagegen wurde in der Erhabenheit dieſer Speculationen durch vorgefaßte Ideen von gewiſſen Verhältniſſen im Weltbaue, namentlich vom unbedingten Vorzuge unſerer Sonne, welche er als das „Herz des ganzen Univerſums“ bezeichnet, geſtört, und opferte den Schwärmereien, welchen wir ihn ſchon im Art. Kepler'ſche Regeln S. 910 ergeben gefunden haben, höhere Wahrheiten auf. Huygens dagegen, der uns ſo viel bekannt gewordene Haager Aſtronom des 17. Jahrhunderts, in ſeinem vortrefflichen Werke „De terris coelestibus earumque ornatu Conjecturae.“ Hagae Com. 1698. 4. bildete die vorangeführten Ideeen der Griechiſchen Weltweiſen und der Copernikaner immer weiter aus, und macht die Nothwendigkeit eindringlich, jede Fixſternſonne mit bewohnten Planeten zu umringen, „woraus eine über Alles erhabene Vorſtellung von der Pracht und Größe des Weltgebäudes entſpringe,“ und welche gleichwohl durch unſere ſchon oben gemachte Anführung über die neuere Entdeckung der Doppelſternſyſteme nach wieder ſo weit übertroffen wird. Vornehmlich hat ſodann der 1557 verſtorbene Franzöſiſche Akademiker Fontenelle, auf welchen ich hier zurückkommen wollte, in ſeinen berühmten „Entretiens sur la pluralité des mondes.“ Zuerſt Paris, 1686. 8. hernach unzähliche Male, auch deutſch durch Mylius, mit Anmerkungen unſeres Berliner Hof-Aſtronomen Bode. Berlin. 1789. 8. dazu beigetragen, die Ueberzeugung von der Mehrheit der Weltkörper und ihrer Bewohntheit auch in weiteren Leſerkreiſen zu verbreiten; und in der neueſten Zeit ſind es beſonders Nürnberger's „Aſtronomiſche Reiſeberichte oder Skizzen einer planetariſchen Topographie“. Kempten, Dannheimer. 1837. 8. geweſen, durch welche die reizendſten Ideen von der Schönheit höher organiſirter Geſtirnbildungen Eingang gefunden haben. — Der Verlauf meines Vortrages, deſſen Gegenſtand von zu unermeßlicher Ausdehnung iſt, um ſich in die ſtrengſte ſyſtematiſche Form einengen zu laſſen, wird mir Gelegenheit zu noch mehreren hierher gehörigen ſolchen literariſchen Notizen verleihen.

Nach dem bis hierher Beigebrachten aber, und ſo weit unſere beſchränkten Einſichten überhaupt reichen, darf man das Weltgebäude demnach als eine Zuſammenſetzung zahlloſer Sonnenſyſteme von verſchiedenen Graden der Vollkommenheit betrachten, für welche Gradation ich namentlich auf die Doppelſternſyſteme hingewieſen habe, in denen, wie geſagt, Sonnen niederer Natur um eine höher organiſirte Sonne kreiſen, und deren Entdeckung unſeren Himmelsahnungen eine ganz neue Geſtalt verliehen hat. Aber ſelbſt unter dieſen Syſtemen und ihren Sonnen muß es, der Analogie gemäß, noch immer wieder weitere Subordinationen geben; und eine Grenze dafür dürfte nur geſucht werden, wenn eine ſolche Grenze in der Unendlichkeit ſelbſt anzunehmen wäre. Uns hingegen iſt in dieſer ganzen Unermeßlichkeit, in der ſich unſere Blicke vollkommen verlieren, Nichts als das einzige Syſtem, zu welchem unſere kleine Erde ſelbſt gehört, einigermaßen bekannter; und das Emporſchwingen zu den folgenden iſt uns, vom gegenwärtigen Standpuncte aus, nur erſt noch auf den Flügeln der Ahnung geſtattet worden.

Eine Anſicht früherer Aſtronomie, welche ich nicht mit Stillſchweigen übergeben mag, hat ſich alle dieſe Sonnenſyſteme, zur Verſinnlichung, als Kugeln von wenigſtens nahe gleicher Größe vorgeſtellt, und dieſe Kugeln um irgend eine mittlere, z. B. um unſer Syſtem geordnet, welches ſich in einem nächſten Abſtande etwann von 12 dieſer Kugeln umſchloſſen finden würde; eine zweite ſolche Umgebung müßte durch 50 bis 60 ſolcher Kugeln, eine dritte durch 300 u. ſ. w. gebildet werden. Geometriſche Unterſuchungen hierüber hat der uns bekannte Göttinger Mathematiker Käſt-

ner: „Dessert. mathem. et physic.“ Altenb. 1757. 4. No. IX. angeſtellt. Unter dieſer Vorausſetzung könnten uns die 12 nächſten Kugeln als eben ſo viele Sterne der erſten, die folgenden als der zweiten, der abermals folgenden als der dritten Größe ꝛc. erſcheinen; und wir zählen in der That etwann 12 Sterne der erſten, ziemlich 60 der zweiten, an 300 der dritten Größe. Allein man bemerkt bald, daß ſich dieſe Anordnung nicht weit treiben läßt, und daß die Sterne keinesweges eine ſo regelmäßige Stellung zeigen, als bei derſelben Statt finden müßte.

Der Engländer Thomas Wright: „An original theory of the universe“. London. 1750. 4. trägt in dieſem, von den prachtvollſten Abbildungen des Firſternhimmels begleiteten Werke den, auch von mir im Art. Milchſtraße, S. 123, verfolgten Gedanken vor, „die Anordnung der Firſterne nach Lagen und Entfernungen ſey allerdings eine richtige ſymmetriſche; und dieſelbe erſcheine uns nur deßwegen unordentlich, weil wir dieſe Geſtirne nicht aus dem rechten Platze beobachteten. So zeige ſich z. B. in ähnlicher Weiſe das Syſtem der Jupitersmonde auf den erſten Blick auch unordentlich; und eben ſo unordentlich würde unſer ganzes Planetenſyſtem einem weit entfernten Beobachter vorkommen, obgleich in beiden die ſchönſte Ordnung herrſche“. — Allein hier miſcht ſich eine Bahnbewegung ein, welche, wie wir aus den neueſten aſtronomiſchen Entdeckungen wiſſen, zwar für die Firſterne ebenfalls, jedoch in zu langſamer Weiſe Statt hat, als daß ihr die beobachtete anſcheinende Unregelmäßigkeit beigemeſſen werden könnte. Wright's Erklärung bezieht ſich deßhalb auch weniger hierauf, als vielmehr, in abermaliger Uebereinſtimmung mit unſerm eigenen Vortrage in Milchſtraße, l. c. wieder auf die Annahme, daß ſich die Schichten der Firſterne hauptſächlich durch die Ebene dieſes prachtvollen Gürtels erſtrecken, und nach dieſer Richtung ohne Vergleich dichter, gehäufter, als nach allen übrigen Richtungen hinter einander liegen. Wright gibt auf zwei Platten eine überaus gelungene Abbildung dieſer herrlichen Himmelszone, und berechnet, indem er dieſelbe 9° breit ſetzt, und in jedem Quadratgrade nur 1200 Sterne annimmt, die Anzahl der in ihr enthaltenen Weltſyſteme auf (9.360.1200 =) 3888000. Durch dieſe Gedanken veranlaßt, trägt der ehrwürdige Königsberger Weltweiſe Kant in ſeiner von mir vielmals und nur noch erſt im kurz vorhergehenden verwandten Artikel Weltenſchöpfungsſtoff citirten „Naturgeſchichte und Theorie des Himmels“. 4te Aufl. Zeitz. 1808. gr. 8. (die erſte Auflage, nach welcher ich das Werk hier voranſtelle, iſt ſchon vom Jahre 1755.), ähnliche Muthmaßungen über die Austheilung der Firſterne durch den Himmelsraum vor: ich habe mich ausführlicher darüber im Vortrage über die Milchſtraße, welchen ich nochmals zu vergleichen bitte, erklärt; der bloße Anblick dieſer Zone bringt aber die Meinung auf, daß die ganze Schöpfung der Firſternwelten, der ganze „Weltbau“, durch dieſe Fläche am weiteſten, und alſo nicht ſowohl durch einen kugelförmigen, als vielmehr durch einen ſcheibenähnlicheren, ſphäroidiſchen Raum ausgebreitet ſey, wobei ich, für meine Perſon, auf ſich beruhen laſſe, wie viel von dieſer Erſcheinung aus bloß optiſchen Gründen zu erklären ſeyn möchte.

Einen ſolchen Erklärungsverſuch im höheren Sinne hat vielmehr ſodann der von uns als Verfaſſer der „Cosmologiſche Briefe über die Einrichtung des Weltbaues“. Augsburg. 1761. gr. 8. gekannte und ausgezeichnete Berliner Mathematiker Lambert (vergl. über ihn Bd. 1. S. 923. unſeres Werkes) gemacht, indem Er ſich vorſtellt, „daß alle außerhalb der Milchſtraße liegende, zerſtreuet erſcheinende Firſterne nur ein einziges Syſtem ausmachen, zu welchem unſere Sonne mit gehört, wogegen in der Ebene der Milchſtraße, in unermeßlichen Reihen hinter einander, nicht bloß einzelne Firſterne mit ihren Gefolgen von Planeten (oder Begleitſonnen), ſondern vielmehr ganze, dem vorigen ähnliche Syſteme liegen, zu deren jedem wiederum Tauſende von Sonnen, jegliche mit ihren Trabanten, gehören. Wie weit dieſe einzelnen Sonnen auch auseinander ſtehen, ſo ſeyen doch die Syſtemsabſtände noch bei weitem größer; und ein ſol-

cher, für unſere Vorſtellung allerdings ganz unfaßbarer Abſtand befinde ſich z. B. auch zwiſchen unſerm Fixſternſyſteme, welches ſich über den ganzen geſtirnten Himmel verbreitet, und den übrigen, deren vereinigter Glanz die Erſcheinung der Milchſtraße verurſacht“.

Hieraus macht nun Lambert* ſehr ſchön begreiflich, warum der Rand der Milchſtraße ſo deutlich abgeſchnitten erſcheint. Man ſtelle ſich auf dem Boden eines großen Gemaches einige tauſend Reihen von Lichtern in gleichen Entfernungen von und hinter einander vor, ſetze über dieſe Schicht z. B. noch hundert andere gleiche Schichten, und bringe das Auge in die Mitte des Ganzen. Schauet dieſes Auge hier über oder unter ſich, ſo wird es nur $(^{100}/_{2} =)$ 50 Lichter in einer Reihe gewahren; jemehr ſich daſſelbe gegen den Horizont wendet, deſto mehr wird die Anzahl der Lichter zunehmen, und endlich werden ſich im Horizonte ſelbſt Tauſende ſolcher Lichter hinter einander zeigen. Aber nirgend wird ſich bei dieſer Art von Anordnung ein Abſatz wie an dem ſcharf begrenzten Rande der Milchſtraße finden laſſen. Man mache nun eine Aenderung, laſſe zwar die nächſten Lichter um das Auge herum ſtehen, nehme aber zwiſchen dieſen und den entfernteren einen großen Kreis oder Ring von Lichtern hinweg, ſo werden zwar jene nächſten Lichter an Größe und Deutlichkeit gleich kenntlich bleiben; die entfernteren aber werden ſich blaſſer, undeutlicher, dichter bei einander im Kreiſe darſtellen; und der Abſatz zwiſchen dieſem Kreiſe und den zerſtreueteren, näheren Lichtern wird deſto ſtärker in das Auge fallen, je größer der von Lichtern leere Raum genommen iſt. Eben ſo müßten ſich nun die Sterne allmälig und ohne Abſatz gegen die Milchſtraße zuſammen drängen, wenn ſich nicht zwiſchen ihnen und der letzteren rings um ein weiter leerer Abſtand befände, deſſen Größe ſonach unendlich viel bedeutender als der eigene Abſtand der Fixſterne unter einander ſelbſt anzuſchlagen iſt; — und nur eine ſolche Abſonderung kann den ſcharf begrenzten Rand der Milchſtraße, welche ſich alſo als der wichtigſte Gegenſtand bei den Forſchungen über das „Weltgebäude“ geltend macht, zur Begreiflichkeit erheben.

In unſerm beſtimmten Fixſternſyſteme findet Lambert ferner unſere Sonne ſammt ihrer Trabanten-Umgebung, namentlich dem Planeten Erde, nicht in der Mitte, ſondern der Gegend des Adlers näher, indem uns die Sterne dorthin zerſtreueter und in geringerer Anzahl erſcheinen; die eigentliche Mitte dieſes Syſtems ſcheint ihm nach dem Orion oder großen Hunde hin zu liegen. Lambert mißt dem ganzen Syſteme eine langſame Bewegung um einen Haupt- oder Centralkörper (um eine „Centralſonne“, unter welchem Namen ich den Gegenſtand hinten an Mädler's Hand weiter verfolgen werde) bei, von welchem Er unentſchieden läßt, ob derſelbe eine Sonne oder ein dunkler Körper ſey. Den Sirius dafür anzunehmen, wie man des ganz vorzüglichen Glanzes dieſes Fixſterns wegen vorgeſchlagen habe, ſey Er nicht geneigt; ehr könnte dieſer Rang dem bekannten Nebelflecke am Schwerte des Orion beigelegt werden; und die Beobachtung müſſe nun lehren, ob dieſer Fleck, der Theorie der Phaſen gemäß, periodiſche Lichtabwechslungen zeige, und ſich dabei als ein ſelbſtleuchtender oder aber nur als ein von umlaufenden Sonnen beſtrahlter Körper bewähre.

Die Milchſtraße in ihrer Ganzheit läßt Lambert hinwiederum aus lauter ähnlichen, durch eben ſolche Abſtände getrennten Syſtemen beſtehen, welche Er bisweilen ſelbſt „Milchſtraßen“ (in specie) nennt. Jedes einzelne Syſtem für ſich würde wie ein bloßes Wölkchen oder ein Nebelfleck erſcheinen; alle zuſammen genommen ſchieben ſich aber in einander, und bilden ſolchergeſtalt die lichte Zone, welche gleichwohl an manchen Orten unterbrochen, geſpalten oder

* Dieſe, in den „Cosmologiſchen Briefen“ angedeuteten Ideen des tiefſinnigen Lambert finden ſich weiter ausgeführt in ſeiner „Photometria.“ Augsburg. 1760. 8. Bei der großen Ehrfurcht, von welcher ich von dieſem Schriftſteller durchdrungen bin, zeichne ich ſeinen Vortrag zunächſt ganz beſonders aus, mir vorbehaltend, auf neuere, wiewohl doch auch immer nur noch verwandte Ideen erſt nachher zurückzukommen.

in kleine Wolken zertheilt ſcheint. Jedem dieſer unzählbaren Syſteme darf ſein eigener Hauptkörper von einer, dem ungeheuren Gebiete angemeßnen Größe beigelegt werden; und vielleicht machen ſie alle zuſammen doch nur wieder ein Syſtem noch höherer Ordnung aus, welches abermals durch einen Centralkörper von angemeßnen Dimenſionen regiert wird; ja vielleicht muß man noch durch unzählbare ſolche Ordnungen oder Stufen aufſteigen, ehe man diejenige Grenze dieſer Reiche erreicht, welche dem Throne der Allmacht als die nähere bezeichnet werden darf*.

Das Werk des verewigten Lambert (Lambert ſtarb als Oberbaurath und Akademiker 1777 zu Berlin), welches dieſe Ausſichten in die Unendlichkeit des „Weltgebäudes“ eröffnet, wird ſowohl durch den großen Gegenſtand, den es behandelt, als durch den eigenen philoſophiſchen Gang in Zergliederung der Muthmaßungen äußerſt leſenswerth. Bei ſo außerordentlichen Vorzügen könnte man zwar das Rauhe des Vortrags und der Sprache leicht überſehen; indeß bemerke ich für Leſer, welche ſich gleichwohl daran ſtoßen ſollten, daß man eine ſprachlich gefeiltere Bearbeitung des Lambert'ſchen Buches „Système du monde par *Lambert*. Publié par *Mérian*“. Berlin. 1784. 8. und außerdem eine zweite Franzöſiſche Ueberſetzung durch den Baron von Utenhoven: Amſterdam. 1801. 8. mit vielen erläuternden Anmerkungen beſitzt. Eine den neueſten Entdeckungen, auf welche ich hinten komme, angemeſſne deutſche Bearbeitung ſcheint aber deßhalb gar nicht überflüßig; und ich erfülle nur eine Schuldigkeit, indem ich die Gelegenheit benütze, darauf aufmerkſam zu machen.

Nächſt Lambert iſt dieſe ſublime Materie mit der meiſten Ausführlichkeit und Gründlichkeit behandelt worden von dem (uns nicht weniger bekannten) Berliner Hof-Aſtronomen Bode (geſt. 1826.) in ſeiner „Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels“ (vor mir liegt eine neunte Auflage. Berlin. 1823. gr. 8.). Ohne ſich ganz an ſeines tiefſinnigen Vorgängers Vorſtellungen zu binden, ſcheint Bode vielmehr der Zuſammenziehung aller Fixſterne der Milchſtraße in ein einziges Syſtem den Vorzug zu ſchenken, fügt aber den erhabenen Gedanken hinzu, daß die Nebelflecke oder Nebelſterne (vergl. d. eigenen A., wo beſonders auch noch die Nothwendigkeit hervorgehoben wird, einen Charakterunterſchied zwiſchen den verſchiedenen, unter dieſem Namen zuſammenbegriffnen Weltkörper feſtzuſtellen), welche gemeiniglich in einer länglichen oder elliptiſchen Geſtalt erſcheinen, wahrſcheinlich nichts anderes als aus unermeßlichen Entfernungen geſehene, andere ganze Milchſtraßen oder Syſteme von Milliarden teleſkopiſcher Sonnen ſeyn mögen, deren Lichtſchimmer nur in ſeiner Vereinigung zu unſerer Wahrnehmung gelangt. Und gleichwohl muß angenommen werden, daß dieß Alles kaum als Theil desjenigen Ganzen anzuſehen iſt, welches die Allmacht werden hieß, da, vergl. die vorangehende Anmerkung, nichts Endliches die Unendlichkeit mißt, und unſere Vorſtellung, welche Flügel wir ihr auch verleihen, ſich immer gleich weit vom Unerreichbaren entfernt findet.

Die Anzahl dieſer „Nebelflecke“, als des demnach für uns äußerſten Wahrnehmbaren und Höchſten der Schöpfung, iſt beſonders durch Herſchel's (des Vaters) Beobachtungen des Sternenhimmels ungemein vermehrt worden; und ich verweiſe Leſer, die ſich mit dem ganzen, für meinen Plan zu ausführlichen Detail dieſer Beobachtungen (über welche auch ich mich jedoch hinten, mit Benützung abermals neuerer Arbeiten der Petersburger Aſtronomen nochmals verbreite) vertrauet machen wollen, auf Pfaffs (des Erlanger Profeſſors) Zuſammenſtellung: „Ueber den Bau des Himmels. Von W. Herſchel“. Dresden. 1826. gr. 8. Stellt man ſich indeß, um wenigſtens eine allgemeine Idee von Herſchel's Auffaſſung zu erlangen, mit Ihm

* Kant, l. c. „Man nähert ſich der göttlichen Allmacht bei Betrachtung der Unendlichkeit Ihres Schöpfungswerkes nicht mehr, ob man den Umfang deſſelben in eine Sphäre vom Halbmeſſer der Milchſtraße oder eines Zolles einſchließt: Alles, was endlich iſt, Grenzen hat, oder ſich in einem angebbaren Verhältniſſe zur Einheit findet, iſt gleich weit vom Unendlichen entfernt.

vor, daß alle Sterne urſprünglich ihren angewieſenen Platz im Weltenraume bekamen und gegen einander gravitirten, ſo mußten die größeren benachbarte kleinere an ſich ziehen, und die vereinte Kraft aller mußte die ſich bildenden Syſteme immer mehr vergrößern. Die ſpecielle Geſtalt dieſer Syſteme mußte dabei aber nach der Größe des Hauptkörpers und nach den Beziehungslagen der Nachbarſterne ſehr verſchieden ausfallen; und je reicher jedes von ihnen ſelbſt an vereinten Sternen wurde, um deſto anſehnlichere leere Räume mußten zwiſchen ihnen entſtehen. Herſchel legt überdieß den verſchiedenen Sternen ſogleich die, durch nachherige Beobachtungen (vergl. Fixſterne, S. 560 flgd.) ſo ſchön beſtätigte und ſo weit ausgedehnte eigene Bewegung bei, indem nur vermittelſt der ſolchergeſtalt entſtehenden Schwungkraft (Bewegung in Bahnen vergl. d. A.) derjenige Beharrungszuſtand des einzelnen Geſtirns erhalten werden konnte, wodurch der Zuſammenſturz in eine einzige Maſſe zu verhindern ſtand. Alſo entſtehen denn mehrere Ordnungen dieſer Syſteme, und ihre Theorie wird der vorangetragenen Lambert'ſchen ganz ähnlich: das Auge eines Beobachters, welcher noch weit vom Mittelpuncte eines Syſtems abſteht, kann die Grenzen desſelben nicht erreichen; noch entferntere andere Syſteme werden ihm nur in heitern Nächten als bloße Wölkchen, und mehrere nach einer Fläche ausgebreitete Syſteme, welche zuſammen wieder ein Syſtem höherer Ordnung bilden, als ein lichter, die Sphäre umringender Gürtel (als eine „Milchſtraße“) erſcheinen. Herſchel verſinnlichet dieſe Theorie in Zeichnungen zu einem eigenen Werke: „On the construction of the Hea'vens“. London. 1785. 4. bei welchen der Abſtand des Sirius nach einer, als bekannt vorausgeſetzter Einheit zu Grunde gelegt iſt. Aber in 1000-, ja 10000 fachen ſolchen Siriusweiten ſchweben andere, dem Siriusſyſteme an Größe und Sternenzahl nicht nachſtehende Syſteme; ihre zahlloſen Sonnen, umgeben von noch zahlloſeren Planeten, bieten überall Raum zur Bewohnung dar; und wo in dieſen unermeßlichen Gefilden ein ſolcher ſchicklicher Raum zur Bewohnung vorhanden iſt, da wallen auch Weſen auf demſelben und fühlen ſich glücklich.

Nur mit Mühe enthalte ich mich, alle die Empfindungen auszudrücken, zu welchen die Betrachtung dieſes großen und herrlichen „Weltgebäudes“ ſo ganz unwiderſtehlich dahin reißt. Es ſind Empfindungen der Bewunderung und Anbetung des Unendlichen, gegen deſſen unbegrenzte Macht und Herrlichkeit alles, was wir ſonſt Erhabenes denken mögen, in ein unbedeutendes Nichts verſchwindet. Welch ein Gott iſt der Herr, der Urheber und Beherrſcher dieſer Welten, der wohlwollende Vater aller Weſen ohne Zahl, die von Anbeginn der Schöpfung an Leben und Glückſeligkeit in ſeinen Wohnplätzen genoſſen haben:

. . . „the glorious Architect
In this His universal Temple, hung
With Lustres, with innumerable Lights,
That shed Religion on the Soul; at once
The Temple and the Preacher! O how loud
It calls Devotion!
Devotion, Daugther of Astronomy!
An undevont Astronomer is mad.“

Young's Complaints, Night 9, v. 764 flgd.

. . . „O du preiswürdiger Architekt,
Der Du im Tempel Deiner Herrlichkeit
Zahlloſe Fackeln angeſteckt! —
Mach, Seele, Dich zur Anbetung bereit! —
Wer ahnt den Prieſter wohl, wer kann den Tempel ſehen,
Ohn' andachtsvoll zum Herrn der Welten aufzuſtehn! —
Der Sternenhimmel hat die Religion geboren,
Und nur am Wahnwitz iſt ſein Flammenwort verloren!“ —

N.

Bei der religiöſen Wendung dieſer ihrer Betrachtung hat ſich die neueſte Aſtronomie indeß nicht beruhiget, ſondern ſie hat Anſtrengungen gemacht, auf dem Wege der Wiſſenſchaft noch tiefer in das Geheimniß der oben nur allgemeiner charakteriſirten „Milchſtraße“, als der ſo bezeichneten wichtigſten Partie des „Weltgebäudes“ einzudringen, verſuchend, der Unendlichkeit von Geſtirnen einen Centralkörper anzuweiſen, ein Verſuch, auf welchen ich hier, vor der ſchließlichen Beibringung der Arbeiten der Petersburger Aſtronomen über den Bau des Sternenhimmels, beſonders zurückkommen wollte. Einen ſolchen Verſuch dieſer Art von Beſtimmung haben wir aber unſerm

Dorpater Aſtronomen **Mädler** zu verdanken, welcher die erſten betreffenden Mittheilungen in **Schumacher's** (des **Altona'er** Sternkundigen) „Aſtronomiſche Nachrichten“ Nr. 566 flgd. hat erſcheinen laſſen, jetzt aber mit einem eigenen Werke darüber: „Die **Centralſonne**“. Dorpat. 1846. gr. 4. hervorgetreten iſt. Mit dieſem Ausdrucke „Centralſonne“ ſoll indeß, um nur zunächſt die Ideen der Leſer zu präciſiren, keinesweges das bezügliche Letzte und Höchſte bezeichnet ſeyn; der würdige Verfaſſer ſucht und findet **Dieß** vielmehr **da**, wo Er es auch allerdings nur ſuchen und finden kann:

„Um Erden wandeln Monde,
Erden um Sonnen,
Aller Sonnen Heere wandeln
Um Eine große Sonne:
Vater unſer, der Du biſt im Himmel!“

Klopſtock. —

alſo in der **Gottheit** ſelbſt, wogegen Er unter „Central**ſonne**“ Nichts weiter als einen Centralkörper verſteht, auf welchen ſich die **übrigen** (alſo die „**Beglet**“:) Geſtirne des **Syſtems unſerer Milchſtraße** in ähnlicher Art, wie die Begleitgeſtirne (die Planeten) **unſeres Planetenſyſtems** auf **unſere Sonne** beziehen; — und Er bezeichnet, unter **dieſem** Geſichtspuncte, „**die Plejadengruppe als die Centralgruppe „unſeres“ geſammten Fixſternſyſtems bis zu ſeinen äußerſten, eben durch die Milchſtraße angedeuteten Grenzen, Alcyone aber als denjenigen Einzelſtern dieſer Gruppe, welcher unter allen übrigen die meiſte Wahrſcheinlichkeit für ſich hat, die eigentliche Centralſonne unſerer Fixſternwelt** (**unſerer „Weltinſel“ wie ſich Mädler ausdrückt**), **im Gegenſatze anderer ſolcher, nicht mehr zu unſrigen gehörigen Welten, abzugeben**“*.

Dabei wird angenommen, daß das Kennzeichen eines ſolchen Centralkörpers durch die Bedingung einer identiſchen mittleren **angularen** Umlaufsgeſchwindigkeit ſeiner ſämmtlichen Begleitſterne gegeben ſey, wie verſchieden übrigens auch deren **linearer** Abſtand und die **Neigung** ausfalle*; — eine Bedingung, welche Mädler, nach Maßgabe der Beobachtung, eben für **Alcyone**, und zwar nur für dieſen Fixſtern erfüllt zu finden glaubt. Ueber die Zuläßigkeit dieſer Abhängigkeitserklärung, welche, ehe nicht unſer Mädler die zugeſicherten weiteren Beweiſe dafür beibringt, wenigſtens bis auf einen gewiſſen Grad den Charakter einer petitio principii an ſich trägt, traue ich mir jedoch kein Urtheil zu; und ich komme demnach, in jener Erwartung weiterer Beweiſe dafür, jetzt lieber erſt noch zu der alſo ſchließlich verheißnen neueſten Arbeit der Petersburger (Pulkowaer oder überhaupt Ruſſiſchen) Aſtronomen über das Weltgebäude, welche unter dem Titel:

„Études d'Astronomie stellaire. Sur la voie lactée et sur la distance des étoiles fixes. Rapport fait à M. le Comte *Ouvaroff*, Ministre de l'instruction publique, par F. G. W. *Struve*, Directeur de l'observatoire central de Russie.“ Petersburg. 1847. gr. 8. —

ſo eben an das Licht getreten iſt. Dieſe vortreffliche Arbeit hebt mit einer Ent-

* Bei der Wichtigkeit des Gegenſtandes anticipire ich aus der, bevorwortetermaßen, nachher anzuführenden Schrift der Petersburger Aſtronomen, noch einen zweiten Wortausdruck der Mädler'ſchen Idee. „*M. Mädler*,“ heißt es aber daſelbſt, „croit que les Pléïades forment le groupe central du système de la voie lactée, et que la plus brillante étoile de ce groupe *Alcyone* peut être regardée comme le Soleil central de la voie lactée.“

* L. c.: „Dans l'hypothèse de M. *Mädler*, *toutes* les étoiles mouvantes se meuvent avec une vitesse *angulaire* moyenne identique autour du corps central quelle qu'en soit du reste leur distance *linéaire* et quelle que soit l'inclinaison de leurs orbites.“ — **Mädler** fordert und findet alſo für den nächſten, wie für den fernſten Begleitſtern der Alcyone eine ganz gleiche mittlere Umlaufszeit.

wicklung der früheren Syſteme der alten Aſtronomen, ferner der Copernikaner, Kepler's, Kant's, Lambert's, Herſchel's, wie ich dieſelben oben vorgetragen habe, an, geht dann zu den Arbeiten des Bonner Aſtronomen Argelander, des verewigten Beſſel, derentwegen ich auf unſern Artikel Fixſterne verweiſen muß, über, und gelangt endlich zu denjenigen eigenen Unterſuchungen über die Milchſtraße, als den uns hier beſonders beſchäftigenden Gegenſtand, auf welche ich die Aufmerkſamkeit der Leſer habe richten wollen. „Die Zuſammenhäufung dieſes Sternengürtels erſcheint als ein Syſtem von unbeſtimmter Ausdehnung und Geſtalt; aber es veroffenbart ſich in demſelben augenſcheinlich ein gewiſſes Verdichtungsgeſetz mit Bezug auf eine Hauptebene"; — und die Aufſuchung dieſes Geſetzes gibt das eigentliche Ziel der vorliegenden Arbeit über die bezügliche Anordnung des „Weltenbaues" ab. Findet ſich daſſelbe nämlich einſt wirklich ganz genau bekannt, eine Beſtimmung, welche von fortgeſetzten Unterſuchungen allerdings zu erwarten ſteht, ſo muß ſich, wie man leicht einſieht, die Anzahl der in einem beſtimmten Raume, z. B. einem Quadratgrade, einer jeden Region der Milchſtraße teleſkopiſch ſichtbar werdenden Sterne, aus dem bloßen Abſtande von jener Hauptebene vorherſagen laſſen. Damit wäre denn wenigſtens die Art der Vertheilung der Welten in der Milchſtraße, als dem wahrſcheinlichen eigentlichen Fundament unſeres Weltgebäudes, oder, wie ich oben mit Mädler ſage, unſerer „Weltinſel" entſchieden; — und ich begnüge mich deßhalb auch mit dieſer Andeutung, indem ich wegen des oben im Titel dieſer „Astronomie stellaire" ebenfalls hervorgehobenen andern Theiles der Arbeit, nämlich wegen der „Unterſuchungen über die Parallaxe der Fixſterne" von Peters, Aſtronomen am Obſervatorium zu Pulkowa, als den gegenwärtigen Vortrag weniger nahe angehend, lieber nochmals auf Fixſterne (S. 553 flgd.), wohin derſelbe eigentlicher gehört, verweiſe.

Somit darf ich aber zugleich auch dieſe Betrachtung des „Weltgebäudes" überhaupt abbrechen. In einem gewiſſen Sinne iſt dieſelbe freilich eben ſo unerſchöpflich, als die Unendlichkeit ſelbſt, welche ſie vorausſetzt; beim gleichzeitigen Mitbezuge auf die citirten verwandten Artikel unſeres Wörterbuches habe ich mir aber wenigſtens gewiſſe beſtimmte Grenzen vorzeichnen können; und ich verweiſe Leſer, welche dieſelben gleichwohl zu überſchreiten wünſchen, ſchließlich wiederholt auf die im Vortrage erwähnten Werke, von denen ich, nächſt Lambert's „cosmologiſchen Briefen über die Einrichtung des Weltgebäudes", beſonders Bode's „Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels", namentlich wegen der angehängten „Betrachtung des Weltgebäudes" nochmals hervorhebe*.

Weltgegenden, Himmelsgegenden; Plagae mundi; *Plages.* Man theilt insgemein den Horizont an jedem Orte in 32 gleiche Theile, ſo daß jeder dieſer Theile alſo einen Bogen von $\frac{360^\circ}{32} = 11^1/_4$ Grad faßt; jeder dieſer Theile oder Eintheilungspuncte bekommt alsdann einen beſondern Namen, alle zuſammen aber heißen, eben als Theile des ſcheinbarlich den Himmel oder die „Welt" begrenzenden Horizonts, die „Weltgegenden;" — und wenn ſich eine Himmelsbegebenheit über einem dieſer Puncte ereignet, wenn z. B. ein Stern daſelbſt

* Ich ſehe, indem ich dieſen meinen Vortrag ſomit beſchließe, auf den Lippen einiger Leſer die Frage nach den Gründen ſchweben, aus welchen ich die Unterſuchung über die Dauer des Weltalls, wie ſie ſich gleichwohl bei andern Schriftſtellern abgehandelt findet, ausgeſchloſſen habe? Hier iſt meine Antwort: Ich nehme an, daß dieſe Unterſuchung nicht mehr vor das Forum des beſchränkten menſchlichen Verſtandes gehöre; — und ich glaube Kant (l. c.) richtig zu interpretiren, wenn ich ihn dieſelbe Frage mit der Erwiederung abweiſen laſſe: „Die Dauer eines Weltbaues habe durch die Vortrefflichkeit ihrer Errichtung eine Beſtändigkeit in ſich, welche, unſern Begriffen gemäß, mit der Unendlichkeit zuſammenfalle." — Weiter aber in dieſer Materie zu gehen, würde ich als eine Vermeſſenheit bezeichnen.

ſichtbar wird, oder ſich eine Linie (denken wir an die Magnetnadel) dahin richtet, ſo ſagt man, das Phänomen erſcheine, oder die Linie richte ſich nach dieſer oder jener „Weltgegend.“ — Da die Schiffer zugleich die Richtung der Winde auf gleiche Art angeben, ſo heißen dieſe Himmelsgegenden zuweilen auch die 32 Winde, in welchem Bezuge ich die beſondern Artikel Windroſe und Compaß zu vergleichen bitte, auf welche ich hier nur hindeuten kann. Bei dieſer Eintheilung wird die Mittagslinie (ſ. d. A.) zu Grunde gelegt. Sey Tafel XXII, Fig. 8. NWSO der Horizont, NS die Mittagslinie des Ortes C, ſo belegt man die Puncte N und S, in welchen dieſe Mittagslinie den Horizont trifft, nämlich den Mitternachts- und Mittagspunct (vergl. beide Art.), nach einem durch die Schiffer eingeführten Sprachgebrauche, über welchen ich mich in jenem Artikel Mittagspunct näher erklärt habe, mit den Namen Nord und Süd. Setzt man auf NS durch C die Linie WO ſenkrecht, ſo beſtimmt ſie im Horizonte den (wahren) Abendpunct W und Morgenpunct O (ſ. auch dieſe beiden Artikel), in welchen der Horizont vom Aequator durchſchnitten wird, und welche, wiederum nach Schiffergebrauche, Weſt und Oſt heißen. Dieſe vier Puncte N, W, S, O führen auch den gemeinſchaftlichen Namen der Cardinalpuncte (ebenfalls beſonderer Artikel); ſie beſtimmen die vier Hauptgegenden (Plagae cardinales; *Points cardinaux*), und theilen den ganzen Horizont in vier gleiche Quadranten.

Die übrigen Weltgegenden werden durch fortgeſetzte Halbirung jener Quadranten erhalten. Die erſte Halbirung gibt die vier erſten Nebengegenden (Plagae intermediae; *Points collatéraux*); der Name einer jeden wird aus den Namen der beiden Hauptgegenden, zwiſchen denen ſie liegt, ſo gebildet, daß man die in die Mittagslinie fallende Gegend zuerſt nennt; und ſie heißen demgemäß Nord-Weſt, Süd-Weſt, Süd-Oſt, Nord-Oſt (NW, SW, SO, NO der Figur).

Eine fernere Halbirung dieſer acht Bögen gibt acht zweite Nebengegenden. Jeder Name beſteht aus dem Namen der neben liegenden Hauptgegend und erſten Nebengegend; und ihre Namen ſind alſo: Nord-Nord-Weſt, Weſt-Nord-Weſt, Weſt-Süd-Weſt, Süd-Süd-Weſt, Süd-Süd-Oſt, Oſt-Süd-Oſt, Oſt-Nord-Oſt, Nord-Nord-Oſt. Auch dieſe acht „zweite Nebengegenden“ finden ſich noch in unſerer Figur dargeſtellt.

Endlich gibt die abermalige Halbirung der nunmehrigen ſechzehn Bögen noch eben ſoviel dritte Nebengegenden, deren jede entweder an einer Hauptgegend oder an einer erſten Nebengegend anliegt, und von dieſer anliegenden den Anfangsnamen bekömmt, welcher durch die Sylbe gen mit derjenigen Hauptgegend verbunden wird, nach der die zu benennende von jener anliegenden abweicht. Dieſe Namen ſind demgemäß: Nord gen Weſt; Nord-Weſt gen Nord; Nord-Weſt gen Weſt; Weſt gen Nord; Weſt gen Süd; Süd-Weſt gen Weſt; Süd-Weſt gen Süd; Süd gen Weſt; Süd gen Oſt; Süd-Oſt gen Süd; Süd-Oſt gen Oſt; Oſt gen Süd; Oſt gen Nord; Nord-Oſt gen Oſt; Nord-Oſt gen Nord; Nord gen Oſt*.

Man findet dieſe „Weltgegenden“, wenn die Mittagslinie des betreffenden Ortes beſtimmt iſt, vermittelſt der ſogenannten Windroſe, auf welche ich ſchon vorn als auf einen verwandten Artikel verwieſen habe.

Früher hat man, wie ich wenigſtens

* Der Franzoſe ſagt ebenſo *Nord, Ouest, Sud, Est; Nord-Ouest* u. ſ. w., wie oben; *Nord-Nord-Ouest* u. ſ. w., wieder wie oben; — um aber die dritten „Nebengegenden,“ z. B. die Mitte zwiſchen Nord und Nord-Nord-Weſt auszudrücken, ſetzt er, ſtatt unſeres deutſchen „Nord gen Weſt,“ *Nord quart de Nord Ouest*, weil dieſe „Himmelsgegend“ in der That von Nord nach Nord-Weſt um $^1/_4$ des letzteren Bogens zu liegt u. ſ. w. — Lateiniſche Namen für unſere Benennungen der „Himmelsgegenden“ (Winde) hat Varenius (der uns aus S. 382 bekannte Holländiſche Geograph des 17ten Jahrhunderts) vorgeſchlagen. Die Römer (und Griechen) theilten den Horizont anders ein.

noch hiſtoriſch bemerken will, die Vermuthung gehegt, als ändere ſich die Richtung der „Weltgegenden“ für einen beſtimmten Ort, d. h. als verrücke ſich die Durchſchnittslinie des Aequators mit dem Horizonte, davon, wie wir oben geſehen haben, die Lage des Oſt- und Weſtpunctes abhängt, und wobei alſo auch die, 90° abſtehende Mittagslinie alterirt werden würde: Caſſini (der Aeltere) z. B. fand die Richtung derjenigen von ihm unterſuchten älteren Mittagslinie, von welcher ich in dieſem Vortrage S. 134 ſpreche, unrichtig; und Aehnliches wird von mehreren Aſtronomen jener Zeit berichtet. Allein ſpätere und präciſere Beobachtungen haben gelehrt, daß dieß an der Ungenauigkeit der älteren Conſtructionen von Mittagslinien gelegen hat, und daß die Lage der Weltgegenden alſo in der That unveränderlich und jener Zweifel ungegründet iſt, daher ich nicht weiter darauf eingehe, und den Artikel hiermit beſchließe.

Weltkugel, ſ. Himmelskugel und Sphäre.

Weltordnung, ſ. Weltſyſtem.

Weltpole, Pole des Himmels, Pole des Aequators oder der täglichen Umdrehung, Rotationspole; Poli mundi, Poli coelestes, Poli aequatoris s. rotationis; *Poles de la sphère,* Poles de rotation ou du mouvement diurne. Diejenigen beiden Puncte der Himmelskugel, welche bei der eingebildeten täglichen Umdrehung des Himmels unbewegt zu bleiben ſcheinen*: die Endpuncte der Weltaxe. Sie correſpondiren mit den Polen (vergl. d. A.) der Erde, d. h. ſie liegen am Himmel gegen das Zenith eines jeden Ortes eben ſo, wie die Pole auf der Erdfläche gegen den Ort ſelbſt. Zugleich ſind ſie die Pole des Aequators und aller mit demſelben parallelen Tagkreiſe.

Da ſich beide Pole dem Durchmeſſer nach entgegenſtehen, ſo fällt jedem Orte der Erde nicht mehr als einer derſelben über den Horizont (nur vom Aequator ſelbſt — alſo in der „Sphaera recta“; vergl. Sphäre, S. 462 — könnte, im ſtrengſten Sinne, die Lage beider Pole über, oder vielmehr im Horizonte behauptet werden). Der in unſern Ländern ſichtbare „Weltpol“ heißt der Nordpol, auch der mitternächtliche, oder von dem ihm nahen Sternbilde des Bären (ἄρκτος), der arktiſche Pol (Polus septemtrionalis, borealis, arcticus; *Pole septemtrional boréal*); der entgegengeſetzte der Südpol, der mittägliche, antarktiſche Pol (Polus meridionalis, australis, antarcticus; *Pole méridional, austral*). Die Römer überſetzen das Griechiſche πόλος durch Vertex (Cicero de nat. Deor. II. 41.), daher Virgil (Georgic. II. 242.):

„Hic *vertex* nobis semper sublimis, at illum
Sub pedibus Styx atra videt, manesque profundi“

ſagt. Oft ſetzen die Dichter, wie z. B. Lucan (Pharsal. I. 175.), für den Nordpol auch „Axis“ („inocciduus“).

Die Stelle des Nordpols am Himmel ohngefähr zu finden, dient der Polarſtern. Kennt man dieſen letzteren nämlich nach der im betreffenden Artikel dazu ertheilten Anleitung, ſo hat man die jetzige* Stelle des „Nord-Weltpols“ etwann zwei Grad von demſelben in derjenigen geraden Linie, welche von ihm nach dem dritten Sterne (ε) im Schwanze des großen Bären führt. Um dieſe Stelle genauer zu haben, müßte man die Mittagslinie und Polhöhe des

* „Scheinen?“ Bezieht man nämlich die Rotation vielmehr auf die ſich wirklich drehende Erdkugel, ſo drehet ſich die in derſelben feſt enthaltene Axe mit ihren Polen, und alſo die, nur die Verlängerung abgebende Weltaxe mit den Weltpolen doch gewiß mit; die Pole behaupten dabei nur den Ort; ſie ſind, wie ich ſo oft bevorwortet habe, bloß in relativer (nicht aber in abſoluter) Ruhe.

* „Jetzige;“ weil (vgl. hinten) der Weltpol nämlich, aus den im Art. Vorrücken der Nachtgleichen nachgewieſenen Gründen, nicht feſt am Himmel iſt, ſondern ſich langſam um den Pol der Ekliptik drehet.

betreffenden Ortes ſuchen, und die Axe des Fernrohrs demgemäß richten.

Größte Kreiſe durch die Weltpole geführt, ſtehen auf dem Aequator ſenkrecht, und heißen Abweichungskreiſe (ſ. d. A.), weil auf ihnen die Abweichung der Geſtirne gemeſſen wird, oder, wenn man ſie zur „unbeweglichen“ Himmelskugel (vergl. letzteren A. S. 760) rechnet, Stundenkreiſe; zu jenen gehören die Koluren, zu dieſen der Mittagskreis, der durch den Morgen- und Abendpunct gehende ſechste Stundenkreis u. ſ. w.

Die Stellen der Weltpole werden, bevorwortetermaßen, durch die Lage der Erdaxe beſtimmt, von welcher die Weltaxe alſo nur eine Verlängerung abgibt. Nun verändert ſich aber, wie geſagt, die Lage der Erdaxe gegen die Fixſterne (gegen den Himmel), theils dauernd (ſ. nochmals Vorrücken der Nachtgleichen), theils nur periodiſch (Wanken der Erdaxe); und es iſt daher auch die Lage der Pole am Himmel, in der angegebenen Art, veränderlich. Indem aber doch die Axe der Erde, und alſo auch ihre Verlängerung, nämlich die Weltaxe, ſtets durch dieſelben Puncte des Erdkörpers geht*, ſo betrachtet man in der Aſtronomie auch die Endpuncte der Weltaxe, nämlich die „Weltpole“, als, ihrer Lage nach, unveränderlich, und legt, wie beſonders im erſteren der citirten Artikel ausführlich gezeigt wird, jene Bewegung lieber den Fixſternen bei.

* Dieß heißt (vergl. beſonders den Artikel Veränderung): der ganze Erdkörper mit ſeiner in ihm feſten Axe kann ſeine Stellung gegen den Himmel, in deſſen Raume er ſchwebt, zwar verändern, ſo daß ſich dieſe Axe (und ihre Verlängerung mit den „Weltpolen“) gegen andere Fixſterne richtet, aber ohne daß darum, eben weil die Axe feſt iſt, die Polpuncte auf der Erdoberfläche eine andere Lage annähmen: die Polhöhen (geographiſchen Breiten) ſind durchaus unveränderlich; welch ein anderer Himmelspunct, bei einer ſolchen veränderten Richtung der Axe, auch neuer Weltpol würde, ſo entſpricht ihm doch immer derſelbe Erdpol.

Weltſyſtem, Weltordnung, Sonnenſyſtem, Planetenſyſtem; Systema mundi s. cosmicum, Systema solare, planetarium; *Système du monde*, Système solaire ou planétaire. Man belegt mit dem Namen Syſtem (vergl. d. A.) im aſtronomiſchen Sinne nicht nur eine Anzahl mehrerer Weltkörper ſelbſt, welche in einer bekannten oder vermutheten Ordnung und Verbindung ſtehen, und ſpricht, in dieſem Sinne, z. B. vom Erdſyſteme, als der Verbindung unſeres Mondes mit ſeinem Haupt-Planeten Erde, oder vom Jupitersſyſteme, als einer ſolchen Verbindung der Jupitersmonde mit ihrem Planeten Jupiter, oder von unſerm Planetenſyſteme überhaupt u. ſ. w.; ſondern man gebraucht hier den Ausdruck Syſtem auch für den Inbegriff der Sätze, welche zur Erklärung jener Ordnung und Verbindung (des gegenſeitigen Abſtandes der Weltkörper, der Umlaufsverhältniſſe u. ſ. f.) erdacht worden ſind, und nennt demgemäß namentlich die zu ſolchen Erklärungen von den bekannten Aſtronomen Ptolemäus, Copernikus, Tycho für unſer Planetenſyſtem aufgeſtellten Sätze (vergl. unten) „Weltſyſteme“, indem man unter „Welt“ dabei nicht ſowohl das Univerſum in ſeiner ganzen Unermeßlichkeit, als vielmehr nur die kleine Welt unſerer Sonne mit den zu ihr gehörigen Haupt- und Nebenplaneten und Kometen* begreift. „Weltſyſtem“ ſteht alſo hier nur für das Syſtem unſerer Sonne, und ſolchergeſtalt, und wie dieß auch ſchon in dieſem Artikel bevorwortet worden iſt, gleichbedeutend mit Sonnenſyſtem. Eigentlich zwar erhebt ſich der Menſch, als Weltbürger, mit ſeinen Betrachtungen von dem ihm angewieſenen engen Standpuncte

* Die alte Aſtronomie umgab dieß „Sonnenſyſtem“ zwar mit einer (vergl. hinten) „achten Fixſtern-Sphäre;“ zur Betrachtung dieſer Geſtirne unter dem Geſichtspuncte eigener Weltſyſteme haben ſich aber nur erſt die Neueren erhoben.

ogleich in jene Allheit des Univerſums; gleichwie ihn aber doch zunächſt eben nur der eigene Planet anzieht, alſo mag er ſich ſodann ferner auch folgerichtig vor Anderm wieder nur vorzüglich zu demjenigen Syſteme wenden, zu welchem der beſtimmte Planet gehört; — und wir beſchränken uns demgemäß, wie geſagt, hier auf dieſes „Sonnenſyſtem", als unſer Weltſyſtem, wogegen von der Unendlichkeit der Weltſyſteme, im bezeichneten höheren Sinne, erſt an einem andern Orte (vergl. beſonders Fixſterne), im weiteren Umfange die Rede ſeyn kann.

Man kennt dergleichen Syſteme, wie beim nunmehrigen Uebergange zu ihrer Betrachtung, als den angedeuteten Erklärungsverſuchen der Ordnung und Verbindung der Weltkörper, zuvörderſt bemerkt werden muß, zwar natürlich nicht aus unmittelbarer Erfahrung, wozu ein anderer Standort der Anſicht als unſer irdiſcher erfordert werden würde, ſondern immer nur erſt durch Schlüſſe, daher ihnen, unter dieſem Geſichtspuncte, alſo auch ſämmtlich ein bloß hypothetiſcher Charakter beiwohnt; allein wir haben als Berechtigungsgrund der Erhebung einer Hypotheſe (vergl. d. A. S. 794) zum Range des wiſſenſchaftlichen Syſtems ihre Erklärungszureichendheit aller und jeder, auch der kleinſten bezüglichen Vorgänge, admittirt. In Befriedigung dieſer Forderung zeichnet ſich nun aber, wie ich ebenfalls anticipirend hervorheben muß, unter den drei oben, als den bekannteſten, nahmhaft gemachten ſolchen Erklärungsverſuchen, das „Weltſyſtem" (alſo ſage ich nämlich hiernach nun auch beſtimmter ſogleich) des Copernicus dergeſtalt entſchieden aus, daß von einer Beſchränkung ſeiner durchgängigen Gültigkeit * unter dem Vorwande demſelben noch beiwohnender bloß hypothetiſcher Annahmen, nicht ferner die Rede iſt, und dieſes „Weltſyſtem" den Namen vielmehr per excellentiam führt. Ich werde demzufolge im gegenwärtigen Artikel jetzt auch zwar eine Geſchichte der verſchiedenen Weltſyſteme, namentlich der Alten, vortragen, indem die Darſtellung eines vollendeten Syſtems eine ſolche Geſchichte der voraufgegangenen irrthümlichen Beſtrebungen darum nicht ausſchließen darf, bei dem Copernicaniſchen aber, ohne früheren Verdienſten deßhalb Anerkennung zu verſagen, allein länger ſtehen bleiben, und ſchließlich, nächſt Andeutungen über die Erweiterung, welche dieſes Syſtem ſpäter, namentlich durch Kepler, erfahren hat, eine eben wieder auf daſſelbe und auf dieſe Erweiterungen begründete tabellariſche Ueberſicht der im Weltſyſteme Statt habenden planetariſchen Bewegungen und übrigen Größen, d. h. der, wie ich zur Definition des Begriffes „Weltſyſtem", Eingangs ſage, zwiſchen den betreffenden Weltkörpern Statt findenden „Ordnung und Verbindung", beibringen.

Weltordnungen der Alten, namentlich „Ptolemäiſches Syſtem."

Um meinen Leſern nur erſt einen anſchaulichen Begriff von der unendlichen Schwierigkeit eines ſolchen „Weltſyſtems"-Erklärungsverſuches der überaus verwickelt erſcheinenden Himmelsbewegungen, und alſo vom Werthe zunächſt des durch die Alten für dieſe Erklärung Geleiſteten beizubringen, will ich annehmen, wir ſelbſt wären zuſammen mehrjährige frühere Himmelsbeobachter, verfolgten, an der Seite anderer früherer Aſtronomen, jene ſo höchſt verwickelt erſcheinende Bewegung unzähliger Geſtirne am blauen Himmelszelte mit eigenen Augen, müßten uns dabei geſtehen, daß ſich der bloße ſinnliche Schein doch allzu verworren darſtelle, um nicht ſchlechterdings auf ein einfacheres Verhältniß der Wirk-

* Ich bitte, mich ſogleich wohl zu verſtehen. Mit dieſem Ausdrucke „durchgängige Gültigkeit" ſoll, wie ich unten mehrfach bevorworte, die Möglichkeit ſpäterer Erweiterungen nicht ausgeſchloſſen werden. Kepler hat z. B. das Copernicaniſche Syſtem durch Subſtitution der elliptiſchen für die Kreisbewegung unzweifelhaft „erweitert"; aber er hat die „durchgängige Gültigkeit" des planetariſchen Laufes um die Sonne, ſtatt des umgekehrten Ptolemäiſchen Satzes, darum nicht weniger als völlig unantaſtbar zugegeben.

lichkeit ſchließen zu laſſen, und ſollten nun, durch eigenes Sinnen*, eine Hypotheſe ausdenken helfen, welche Alles hinreichend erkläre und jenes wahre Ganze zugleich in eine ſolche, möglichſt einfache Ordnung bringe. — Dieß aber war die Aufgabe der Alten, denen wir jetzt zwar auf die Schultern geſtiegen ſind, denen wir uns indeß ſomit nur erſt wieder zur Seite ſtellen, und deren Scharfſinne, wenn ſie auch nicht gleich das Wahrſte getroffen haben, wir alſo, wie geſagt, doch gar nicht Gerechtigkeit genug widerfahren laſſen können. Wir identificiren uns vielmehr, vorgenommenermaßen, erſt nochmals mit ihnen, und finden demnach als die vornehmſten der durch unſer zu erdenkendes Weltſyſtem zu erklärenden Himmelserſcheinungen vor uns:

die tägliche Umdrehung des Himmels,
den Mondlauf,
die jährliche Bewegung der Sonne,
die von der Schiefe dieſer letzteren Bewegung abhangende Verſchiedenheit der Taglängen und Jahreszeiten,
die eigene Bewegung der Planeten mit ihren Recht- und Rückläufen und Stillſtänden, ihren wachſenden und abnehmenden, ſcheinbaren Größen u. ſ. w. u. ſ. w.

Die Unbeweglichkeit der Erde zuvörderſt ſcheint dabei durch das Zeugniß unſerer Sinne bis zur vollkommenſten Zweifelloſigkeit erwieſen zu ſeyn; und die erſten Beobachter des Himmels, zu denen wir uns alſo noch mit rechnen, mußten demnach alle die erwähnten Geſtirnbewegungen für wirklich halten, und bloß auf die Erde als einen allein ruhenden Mittelpunct beziehen. Nur die ganz beſondere Erſcheinung des Laufes der beiden Planeten Mercur und Venus (vergl. die betreffenden Artikel), welche die Sonne ſtets begleiten, könnte uns auf die Vermuthung führen, daß ſie, ausnahmsweiſe, ihren Umlauf zunächſt um die Sonne, und erſt mit dieſer um die Erde ausführten; und in der That berichtet uns Macrobius („Somn. Scip." I. 19.), daß die früheren Egyptiſchen Aſtronomen dieſe Anſicht gehabt haben. Man gibt dieſer Weltordnung, welche alſo lediglich den Lauf des Mercur und der Venus mittelbar, alle übrige Geſtirnbewegung aber unmittelbar um die Erde erfolgen läßt, gewöhnlich den Namen der Egyptiſchen. — Vitruv („De architectura". IX. 4.) und Martianus Capella („De nuptiis Philologiae et Mercurii." Lib. VIII.) tragen ſie, ohne jedoch der Egyptier zu erwähnen, ebenfalls vor; und ſie bildet einen erſten* „Weltſyſtems"-Erklärungsverſuch, welcher aber, wie man bei Vergleichung mit den obigen Bedingungen ſieht, freilich noch unendlich Viel zu fordern übrig läßt.

Unter den Griechen, welche freilich das Reſultat Egyptiſcher Forſchung ſolchergeſtalt ſchon vorfanden, und mit denen wir ſelbſt nun auch vorwärts ſchreiten können, kam man daher natürlich auch weiter; ja, es ſcheint gewiß, daß ſich die Griechiſch-Pythagoräiſche (die Italiſche) Schule bereits zu der Anſicht von der Bewegung der Erde erhoben habe. Ariſtoteles („De coelo". II. 13.) ſchreibt dieſe Lehre ausdrücklich den Pythagoräern zu, und beſchuldiget ſie dabei (vergl. unten), mit vieler Mißbilligung, einer Menge von Ungereimtheiten, welches beweiſt, wie unzuläßig ſelbſt einem Manne wie ihm, dieſe dem ſinnlichen Scheine freilich ſo ſehr widerſtrebende Lehre vorgekommen ſeyn muß. Pythagoras ſelbſt ſoll zwar nach dem, was Plinius („Hist. nat". II. 12.) und Cenſorin („De die natali". c. 13.) von ſeiner Vergleichung der Planetenabſtände mit den muſikaliſchen Intervallen erzählen, eher wieder die Erde in den Mittelpunct verſetzt haben; allein der uns bekannte Franzöſiſche

* Ich folge alſo, um das beſtimmteſte Wort für unſeren Entwicklungsgang zu nennen, mit meinen Leſern der heuriſtiſchen Methode.

* Es ſoll damit nicht geſagt ſeyn, als ob nicht, wie auch in unſerm Werke (Aſtronomie, S. 59) bemerkt wird, bei alten Völkern ſchon früher gründlichere aſtronomiſchere Kenntniſſe verbreitet geweſen ſeyen; ich muß mich hier aber natürtürlich auf das Allgemeinſte und Bekannteſte der geſchichtlichen Syſtems-Darſtellung einſchränken, und kann auch auf kein Detail der Sätze ſelbſt eingehen.

Mathematiker Montücla (Mitgl. des National-Inſtituts, geſt. 1799.), in ſeiner „Histoire des Mathématiques“ (neue Aufl. Paris. 1799. 4 B. 4.) macht (ſ. auch unten) wahrſcheinlich, daß das wahre Syſtem von dieſem Weltweiſen unter dem Symbol eines im Mittel der Welt befindlichen Feuers verborgen und nur erſt ſpäter durch ſeinen kühneren Nachfolger Philolaus (ich komme auf ihn zurück) öffentlich vorgetragen worden ſey. Wohl mag unter den Alten ſelbſt keine übereinſtimmende Anſicht von der, dieſem Syſteme eigentlich beizumeſſenden Ausdehnung geherrſcht haben, indem von Einigen bloß erwähnt wird, daß ſie der Erde lediglich eine Bewegung um ihre Axe beigelegt und hieraus die tägliche Bewegung des Himmels erklärt hätten, wobei ſie noch immer den Umlauf der Sonne u. ſ. w. annehmen konnten. Dieſe Meinung legt z. B. Plutarch („De placitis Philos.“ III. 13. 17.) dem Heraklides von Pontus, dem Ekphantus und Seleukus von Erythräa bei. Alſo trägt auch Cicero die Anſicht des Nicetas von Syracus („Nicetas Syracusanus, ut ait Theophrastus, coelum, solem, lunam, stellas, supera denique omnia stare censet, neque praeter terram rem ullam in mundo moveri, quae cum circa axem se summa celeritate convertat et torqueat, eadem effici omnia, *quasi stante terra coelum moveretur*“ *Cic.* „Quaest. Acad. IV. 39.) vor, wo offenbar nur von der täglichen Bewegung die Rede iſt. Andere dagegen erhoben ſich in der That ſchon dahin, der Erde zugleich einen Umlauf um die Sonne beizulegen. Dieß erzählen z. B. Diogenes und Plutarch von dem ſchon oben genannten Weltweiſen Philolaus von Crotona, auf den ich hier zurückkommen wollte, vom Archytas von Tarent, und Timäus von Locris. Dieſelbe Lehre iſt, wie Archimed im „Arenarius“ anführt, auch vom Ariſtarch von Samos aufgeſtellt, und, in ſeinen letzten Jahren, ſogar von Plato angenommen worden. Plutarch l. c. verſichert, dieſer große Weltweiſe habe kurz vor ſeinem Tode ſein Bedauern darüber ausgeſprochen, „der Erde den für ſie ganz ungehörigen Platz im Mittel des Ganzen angewieſen zu haben“; und er beruft ſich dabei auf das Zeugniß des Theophraſt, welcher eine nicht auf uns gekommne Geſchichte der Aſtronomie geſchrieben hat. Mit der ſolchergeſtalt angenommenen Bewegung des Planeten Erde um die Sonne, iſt aber der Umlauf der übrigen Planeten um dieſelbe ſo genau verbunden, daß man auch den letzteren als eine Lehre der Pythagoräer anſehen darf, wenn deſſen gleich, als einer ſolchen, bei den Schriftſtellern nicht ausdrücklich gedacht wird. Man hat daher auch das ganze Copernikaniſche Syſtem, auf welches ich nun bald im verſprochenen Detail übergehe, wie (vgl. hinten) ſchon oben nach Montücla angedeutet iſt, als vorbereitet durch die, den ſpäteren Aſtronomen natürlich nicht unbekannt gebliebenen Meinungen der Italiſchen Schule angeſehen; und noch der 1694 zu Paris verſtorbene Franzöſiſche Gelehrte Ismael Boulliaud trägt daſſelbe ſogar durchaus unter dem Namen des vorn erwähnten Pythagoräers Philolaus: „Philolaus, libr. IV.“ Amst. 1639. 4. vor.

Allein ein bei weitem größerer Theil der Griechiſchen Aſtronomen und Philoſophen blieb doch bei der, durch den ſinnlichen Schein, welchem gegenüber die entgegengeſetzte Anſicht ſich nur wie ein Ahnungsſchimmer höherer Wahrheit verhielt, ſo ſehr aufgedrungenen Unbeweglichkeit der Erde ſtehen; und namentlich Ariſtoteles vertheidiget dieſelbe, und macht den Pythagoräern l. c. über ihre Behauptung des Gegentheils diejenigen Vorwürfe, auf welche ich hier ebenfalls zurückkommen wollte. Dieſer dreiſte Widerſpruch hat, bei der großen Verehrung der Ariſtoteliſchen Sätze, die Erlangung der wahren Einſicht von der Sache, deren Schwierigkeit ich hier eben immer beſtimmter hervorheben will, ſehr aufgehalten, und noch in neueren Zeiten, und als dieſe Wahrheit endlich mit ſiegenden Gründen wirklich dargethan war, wenigſtens die durchgängige Verbreitung lange verhindert. Man erſieht zugleich aus einer Stelle des Plutarch („De facie in orbe Lunae“), daß die Lehre von der Bewegung der Erde bereits bei den Griechen als ketzeriſch gegolten hat, daher die Verwerfung derſelben auch aus religiöſen Glaubensgründen

in neueren Zeiten nicht ſo ſehr überraſchen darf.

Jene, ſolchergeſtalt alle Bewegung der Erde läugnenden Griechiſchen Aſtronomen und Philoſophen ordneten nun um die in der Mitte ruhend angenommene Erde die ſieben Bahnen des Mondes, des Mercur, der Venus, der Sonne, des Mars, Jupiter und Saturn, und umgaben dieß Alles mit der ſchon oben erwähnten „achten Sphäre der Fixſterne“. Den Mercur und die Venus ließen zwar, in Gemäßheit der oben angeführten Egyptiſchen Anſicht, Einige um die Sonne, und nur erſt mit dieſer um die Erde gehen; Andere aber führten ſie in Kreiſen um leere Mittelpuncte, welchen Puncten ſie zugleich mit der Sonne ihre Bewegung um die Erde beilegten, und wodurch ſie auch eine Erklärung der Erſcheinungen (ein „Weltſyſtem“) erlangten. Dabei blieb es ſtreitig, ob dieſe beiden Planeten außerhalb oder innerhalb der Sonnenbahn um die Erde gehen. Zu Plato's Zeiten nahmen die Meiſten das Letztere an; und hauptſächlich in dieſer Geſtalt, aber erweitert nach eigenen Anſichten, wird nun dieß alte Griechiſche Weltſyſtem von dem großen Aſtronomen Ptolemäus*, nach welchem es den Namen des „Ptolemäiſchen“ führt, unter dem es auch an der Spitze der gegenwärtigen Abtheilung unſeres Artikels über Weltſyſteme aufgeführt iſt, und in demjenigen großen Werke vorgetragen, deſſen wir mit ſeinem Titel „Almageſt“ (ſ. gleich unten) ſo oft Erwähnung gethan haben.

Dieſer Aſtronom, dem wir uns alſo, unſerm Entwicklungsplane gemäß, bei ſeinen Forſchungen nach einem die Erſcheinungen erklärenden „Weltſyſteme“ ſelbſt erſt wieder nur zur Seite ſtellen, unternimmt im genannten Werke, Buch

* **Ptolemäus** (Claudius), über welchen, gleichwie über ſein oben genanntes Werk, ich hierher verwieſen habe, einer der bedeutendſten (wo nicht der bedeutendſte) Aſtronomen des Alterthums, war geboren um 70 nach Chriſtus zu Peluſium in Egypten, weßhalb Er auch zuweilen „Pelusiensis“ genannt wird, lebte und wirkte aber zu Alexandria, unter der Regierung des Hadrian und Marcus Antoninus, und ſtarb um 147 n. Chriſtus (wenigſtens ſind die letzten von ihm bekannt gewordenen Beobachtungen aus dieſem Jahre). Sein großes, das ganze Syſtem damaliger aſtronomiſcher Anſicht und Kenntniß in derjenigen Ausdehnung, welche Er ſelbſt dafür erdacht hatte, umfaſſende Werk, das einzige in dieſer Art, welches aus jenen Zeiten auf uns gekommen iſt, und auf welches ich daher auch jetzt gleich übergehe, hat in der früheren handſchriftlichen, auf Antrieb Kaiſer Friedrich II. um 1230 veranſtalteten lateiniſchen Ueberſetzung den Namen „Magna Constructio;“ den urſprünglichen, demſelben vom Verfaſſer ſelbſt beigelegten griechiſchen Titel nebſt etymologiſchen Notizen aber habe ich vorn S. 257 angeführt. Dieſes ausführliche Werk iſt in 13 Bücher getheilt und wurde damals ſo hoch gehalten, daß ſchon der um 800 zu Bagdad regierende Calif Almamon, ein der Wiſſenſchaft huldigender Fürſt, die Ueberſetzung in das Arabiſche befahl, in welcher es die bekannte Benennung des „Almageſt“ erhalten hat, davon die Gründe ebenfalls l. c. angeführt ſind (in welchem Bezuge ich jedoch bemerke, daß Lalande „Astronomie,“ §. 366. eine andere Etymologie geltend macht); gedruckt iſt daſſelbe nachher ſehr oft ſo worden: Das erſtemal zu Venedig: „**Almagestum Claudii Ptolemäi Pelusiensis Alexandrini, Astronomorum Principis, opus ingens ac nobile, omnes Coelorum motus continens. Felicibus astris eat in lucem, ductu Petri Lichtenstein, Coloniensis Germani.**“ 1515. Fol.; die neueſte Ausgabe iſt durch den franzöſiſchen Gelehrten Halma: Paris, 1813–15. 2 B. 4. beſorgt; eine deutſche Bearbeitung hat man vom verewigten Berliner Hofaſtronomen Bode: „Ptolemäus Beobachtung und Beſchreibung der Geſtirne.“ Berlin. 1795. 8. — Von dem in dieſem Werke vorgetragenen „Weltſyſteme“ gebe ich nun oben einen Auszug, wogegen ich der mannigfachen übrigen Verdienſte des Ptolemäus hier keine weitere Erwähnung thue, ſondern dieſerwegen auf die ſchon citirte „Astronomie“ von Lalande (2te Auflage), §. 364 flgd. verweiſe.

IX. c. 1 und 2 zu beweiſen, daß die Erde unbewegt im Mittelpuncte aller Geſtirnbewegung ſtehen müſſe, für welche Behauptung die meiſten ſeiner Gründe aus dem Mangel einer (bemerkbaren) Parallaxe der Fixſterne (vgl. d. A. S. 552) hergenommen ſind. Mercur und Venus ſetzt Er unter die Sonne (läßt ihre Bahnen von der Sonnenbahn umſchloſſen ſeyn), um ſie, als deren beſtändigen Begleiter, nicht mit den übrigen, ihr zuweilen entgegengeſetzt erſcheinenden Planeten auf Einerlei Seite zu bringen. Ueberhaupt gründet Er die Ordnung der Planeten darauf, daß derjenige näher ſtehe, welcher ſeinen Kreislauf um die Erde ſchneller vollende, wie man am Monde und der Sonne, wovon jener offenbar näher ſey, indem er die Sonne verfinſtere, gleichwie am Saturn ſehe, der wegen ſeines ſchwachen Lichtes für den entfernteſten gehalten werden müſſe, und auch die langſamſte Bewegung habe. Die oberen Planeten läßt Ptolemäus in Epicykeln (ſ. auch d. A.), wie EFGH der Figur 1. unſerer Tafel XXIII. gehen, deren Mittelpuncte z. B. D ſich im excentriſchen Kreiſe (vergl. d. A.) EABG bewegen. Die Erde T ſteht vom eigentlichen Centrum C der concentriſchen Kreiſe, welche die Geſtirne um ſie beſchreiben, um die Excentricität (auch eigener zu vergleichender Artikel) CT ab; und jenſeit T liegt in gleicher Weite der Punct M, um welchen der Epicykel mit immer gleicher Winkelgeſchwindigkeit umläuft. Die ganze Bahn, wie DABD, wird während der mittleren Umlaufszeit des Planeten zurückgelegt, der Epicykel aber dabei ſo durchlaufen, daß der (betreffende obere) Planet, bei jeder Conjunction mit der Sonne, in H, und, bei jeder Oppoſition, in F iſt. Hieraus erklärt ſich nicht bloß der ſchnellere Lauf bei H, wo ſowohl der Mittelpunct D, als auch der Planet, beide nach E gehen, ſondern auch, und zwar durch bloße weitere Vergleichung der Figur in derſelben Art, der Rücklauf in F, und der zweimalige Stillſtand zwiſchen EF und FG, deſſen Orte im 12. Buche des Almageſt geometriſch beſtimmt und mit den Beobachtungen übereinſtimmend gefunden werden*; und da der Punct D bei A langſamer, bei B ſchneller fortgeht, ſo werden dadurch ſogar die Ungleichheiten der Stillſtände und Rückgänge in den verſchiedenen Theilen der Bahn begreiflich, wenn man nur CT = CM der Größe und Lage nach ſo annimmt, wie es die Beobachtungen erheiſchen.

Für Mercur und Venus ferner folgt der Mittelpunct D dem Umlaufe der Sonne; und der Epicykel wird in der Zeit zwiſchen zwei auf Einerlei Seite derſelben (der Sonne) Statt findenden größten Elongationen durchlaufen*. In Bezug auf den erſteren Planeten, gleichwie auf den Mond endlich, muß hierbei auch noch die Lage der Excentricität veränderlich genommen, rückſichtlich jenes auch der Mittelpunct der gleichförmigen Winkelbewegung von D zwiſchen C und T geſetzt, und zur Erklärung der Breiten ein Schwanken des excentriſchen Kreiſes ſupponirt werden.

Daß Dieß Alles höchſt verwickelt ſey, läugnet Ptolemäus (XIII. 2.) ſelbſt nicht; Er fügt aber hinzu: die Weltkörper ſeyen

* Ich habe, von den Höhen des ſo herrlich einfachen Copernikaniſchen Syſtems (vgl. unten) auf das verwickelte Hülfsmittel der „Epicykel" herabſehend, daſſelbe zwar öfter ein „erbärmliches" genannt; allein geſtehen wir uns, indem wir jetzt eine Erklärung ausdenken ſollen, daß es, wenn einmal die Bewegung um die ruhend angenommene Erde als Grundſatz poſtulirt war, dem Scharfſinne des Ptolemäus gleichwohl zum Ruhme gereicht; oder aber verſuchen wir, bei jener Annahme ſelbſt eine andere geſchicktere Hypotheſe anzugeben. — Indeß läßt ſich anderſeits auch nicht abläugnen, daß die obige Erklärung der Rückläufe und Stillſtände durch dieſe Hypotheſe der „Epicykel" ſchon Manchem ſogar der älteren Weltweiſen Bedenklichkeiten erregte, in welcher Rückſicht ich namentlich *Sen.* „Quaest. nat." VII. 25 und 26 zu vergleichen bitte.

* Ich habe in der Figur 2 unſerer Tafel XXIII. noch eine allgemeine zeichnende Ueberſicht dieſes „Ptolemäiſchen Weltſyſtems" gegeben, welche manchen Leſern zur ſchnelleren Orientirung willkommener ſeyn wird.

lange nicht ſo ſchwer zu bewegen, als es uns falle, ihre Bewegungen zu begreifen; das Einfache im Weltenbau ſey von anderer Art als in den Werken der Menſchen; und hier müſſe die genaue Darſtellung der jederzeitigen Himmelsorte der Geſtirne aus den bloßen Annahmen über die Art ihres Laufes allen andern Rückſichten vorgezogen werden *.

Phyſiſche Mittel, um dadurch die Erklärung aller dieſer wunderbaren Bewegungen zu bewirken, gibt der „Almageſt" gar nicht an; der Verſuch einer ſolchen Erklärung vermittelſt mehrerer durchſichtiger, concentriſcher, die Geſtirne mit ſich herumführender Sphären, welche Erklärung meinen gelehrteren Leſern aus ihrem Ariſtoteles („Metaphys. XII. 8.) bekannt iſt, gehört vielmehr dem Griechiſchen Weltweiſen Eudoxus, Zeitgenoſſen von Plato, an; ich gehe hier aber nicht weiter darauf ein.

In der Folge, als man ſchärfere Beobachtungen der Himmelsorte der Geſtirne anſtellte, fanden ſich immer größere Differenzen zwiſchen dieſen wirklichen Ergebniſſen und dem, nach Ptolemäus Hypotheſe dafür Berechneten; und die Arabiſchen Aſtronomen namentlich, welche faſt alle Anhänger des Ptolemäiſchen „Weltſyſtems" waren, ſahen ſich zu mancherlei Zuſätzen gezwungen: man mußte für die Mittelpuncte der excentriſchen Kreiſe neue Bewegungen ausdenken, neue Epicykel über die Ptolemäiſchen ſetzen, u. ſ. w. u. ſ. w.; und die Verwirrung ſtieg endlich ſo hoch, daß ſie den König Alphons X. von Caſtilien, welchen wir aus dem Art. Tafeln, S. 562, als einen eifrigen Liebhaber der Aſtronomie kennen, zu dem (*Roderic. Sanctius.* Histor. Hispan. P. IV. c. 5.) bekannten Ausſpruche: „Si a principio creationis humanae *Dei* altissimi consilio interfuisset, nonnulla melius ordinatiusque condita fuisse!" verleitete.

Dennoch herrſchte dieſes Syſtem mit allem angehängten Flickwerke, auch nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaft im Occident, ohne Ausnahme fort. Die feſte Meinung von der Unbeweglichkeit der Erde, wie ſie der ſinnlichſte Schein aufdringt, und worüber auch wir, indem wir uns, vorgenommenermaßen, immer nur erſt noch auf dem damaligen aſtronomiſchen Stand-Puncte denken, ſchwerlich Herr geworden ſeyn würden, das Vertrauen zu den Lehren des Almageſt, und die abgöttiſche Verehrung des dieſen Lehren, wie geſagt, ſo ſtreng huldigenden Ariſtoteles machten es lange faſt unmöglich, ſich davon loszureißen, bis endlich Copernikus erſchien, und ein neues, helleres und ſichereres Licht in der Sternkunde anzündete.

Copernikaniſches Weltſyſtem.

Nicolaus Copernikus*, „qui" wie ſich der uns bekannte Franzöſiſche Mathematiker Pontécoulant („Théorie analytique du système du monde". Paris. 1829. II. 198.) über ihn ausdrückt, „a été occupé toute sa vie à substituer aux mouvements apparents des astres, leurs mouvements réels, et à redresser des erreurs nées des illusions de nos sens", war zu Thorn am 19. Januar 1472 aus einem edlen Geſchlechte geboren. Der große Ruf, deſſen damals der kurz nachher (1476) verſtorbene deutſche Aſtronom Regiomontanus, eigentlich Müller aus Königsberg in Franken, von welchem in unſerm Werke mehrmals die Rede geweſen iſt, unter mehrfachen Geſichtspuncten, keineswegs aber als Reformator der Ptolemäiſchen Irrthümer, genoß, erweckte in Copernikus zuerſt die Neigung zur Sternkunde, welche Wiſſenſchaft er auf den

* Ich finde in meinen Notizen, „daß Ptolemäus bei ſeiner Hypotheſe eigentlich auch nur die Abſicht einer ſolchen Vorherbeſtimmung der jederzeitigen Geſtirnörter gehabt habe, ohne entſcheiden zu wollen, ob dieſe Hypotheſe nun auch wirklich den Gründen der Vorgänge entſpreche;" kann aber den alten Schriftſteller, aus welchem die Behauptung genommen iſt, nicht näher bezeichnen.

* Die Anordnung meines Vortrages bedingt die unmittelbare Verflechtung der biographiſchen Notizen über dieſen großen Mann in die Notizen über ſein Syſtem ſelbſt. Indeß führe ich hinten ausführlichere Biographien über ihn an.

Univerſitäten zu Krakau und Bologna ſtudierte, wonächſt Er als Profeſſor der Mathematik zu Rom auftrat. Seiner Mutter Bruder, der damalige Biſchof von Wermeland, verſchaffte ihm indeß bald ein Canonicat im Domſtifte Frauenburg, und ſetzte Ihn dadurch in den Stand, fortan lediglich der Aſtronomie zu leben. Hierbei fielen ihm nun die Schwächen der Ptolemäiſchen Weltordnung, der gänzliche Mangel an Symmetrie und Ordnung, die Unzulänglichkeit der Epicykel zur Erklärung der planetariſchen Bewegungen u. ſ. w. u. ſ. w. lebhaft in die Augen; und Er überzeugte ſich, daß die ſo einfache Natur unmöglich eine ſolche verworrene Einrichtung getroffen haben könne. Er beſchloß daher, zuvörderſt aus den Schriften der Alten alle Meinungen über den Weltbau zu ſammeln und mit Ptolemäus Behauptungen zu vergleichen; und Er ſtieß hierbei auf die ſchon oben, mit Verweiſung hierher, hervorgehobenen Anſichten der Pythagoräer, namentlich des Philolaus, über die Axendrehung des Erdkörpers und ſeinen Lauf um die Sonne, welche Behauptungen, wenn ſie ſich auch dort noch nicht in ein rationelles Syſtem gebracht fanden, doch, wie ich mich vorn ausdrücke, bereits einen „Ahnungsſchimmer höherer Wahrheit“ abgaben. Beſonders die Idee, daß die tägliche Himmelsbewegung bloß ſcheinbar ſey und vielmehr nur durch jene Umdrehung der Erde um ihre Axe in entgegengeſetzter Richtung bewirkt werde, feſſelte Ihn dergeſtalt, daß Er ſich ihr ſogleich entſchieden ergab, wogegen Er ſich zum Glauben auch an den Jahreslauf der Erde um die Sonne noch immer nicht erheben konnte. Als Er aber ſpäter beim Martianus Capella (ich habe die Stellen auch angegeben) fand, daß ſchon im Alterthume die erwähnte „Egyptiſche Weltordnung“ den Lauf des Mercur und der Venus um die Sonne admittirt hatte, ſo ward Ihm dieß ein ganz neuer Strahl: denn die Folgen dieſer Vorausſetzung zeigten ſich Ihm mit den Erſcheinungen ſo auffallend zuſammentreffend, daß jeder von Vorurtheil freie Verſtand wenigſtens die hohe Wahrſcheinlichkeit dieſer neuen Weltordnung zugeben mußte, wie denn auch wir ſelbſt, die wir der Forſchung bis hierher, Plangemäß, noch immer Schritt für Schritt gefolgt ſind, jetzt anfangen, an Ptolemäus Auctorität zweifelhaft zu werden. Copernicus dehnte ſeine dießfallſigen Unterſuchungen hiernächſt aber ferner auf den Mars, Jupiter und Saturn aus, und ward mit unbeſchreiblichem Entzücken gewahr, daß ſich, bei der Annahme des Umlaufes auch dieſer Planeten um die Sonne, die planetariſchen Rückgänge, Stillſtände, die Verſchiedenheiten der ſcheinbaren Größen der Planeten u. ſ. w., ohne die mindeſte Zuhilfenahme von Epicykeln, gleichſam von ſelbſt erklärten. Da nun überdieß die Bewegung kleinerer und weniger glänzender Körper um den größeren, glänzenderen, alſo der ſoviel kleineren Planeten um die unendlich größere Sonne aus der bloßen Natur der Sache zu folgen ſchien, an der gleichfalls planetariſchen Beſchaffenheit auch der Erdkugel, aus tauſend Gründen der Analogie, aber gar nicht gezweifelt werden konnte; ſo entſchloß Er ſich denn endlich, wie auch wir es nunmehr mit Ihm thun, dem Planeten Erde nicht weniger ſeine Bahn um die Sonne, und zwar zwiſchen der Venus und dem Mars, anzuweiſen. Er bemerkte mit immer wachſender Bewunderung die herrliche Simplicität, mit welcher ſich, bei dieſer Annahme, alle Verwicklungen auflösten, und ſah ſich durch alle dieſe Betrachtungen ſchon um das Jahr 1507 von der völligen Richtigkeit ſeiner Anſicht überzeugt, welche Ueberzeugung von der vollkommenſten Richtigkeit dieſes „Copernikaniſchen Weltſyſtems“, im Gegenſatze des Ptolemäiſchen, durch immer fortgeſetzte Beobachtungen und Vergleichungen letztlich allgemein den Charakter unerſchütterlicher Feſtigkeit* angenommen hat, aus wel-

* Ich bedinge mir wiederholentlich und ausdrücklich aus, auf die Erweiterungen, welche dieſes Syſtem, ohne darum an der ſomit behaupteten Unerſchütterlichkeit ſeiner Grundlagen gelitten zu haben, ſpäter namentlich durch Kepler erfahren hat, bevorworteterma-ßen, erſt hinten zu kommen. Die ſchon hervorgehobene „Unerſchütterlichkeit“ des

chem Geſichtspuncte auch wir daſſelbe, alſo mit nunmehriger gänzlicher Aufgebung unſerer bisherigen eigenen Mitforſchung, unter Anerkennung ſeiner Auctorität, fortan mit Ehrfurcht betrachten.

Copernicus ſelbſt war ebenfalls nur noch mit ſolchen fortgeſetzten Beobachtungen und Vergleichungen beſchäftiget, und brachte dabei das Manuſcript ſeines großen hierüber ſprechenden Werkes: „De orbium coelestium revolutionibus libri VI.“ (vergl. unten) gegen das Jahr 1530 zu Stande. Da Er aber beſonders den Widerſpruch der, mit ſeinem Syſteme ſtreitenden Bibelſtellen, welche meinen Leſern bekannt ſind, oder aber von Ihnen in unſerm Artikel über den, wie wir wiſſen, in ſolche Streitigkeiten verwickelten, unglücklichen Galilei, Seite 436 des 1. Bandes, nachgeſehen werden können*, zumal als Geiſtlicher, ſchonen mußte, wohl auch das Anſehen verjährter Vorurtheile und der Ariſtoteliſchen Schule fürchtete; ſo verſchob Er die Bekanntmachung dieſes Werkes von einer Zeit zur andern. Indeſſen hatte ſich der Ruf davon doch allgemein verbreitet. Der Cardinal von Schomberg, Biſchof von Padua, ſchrieb 1536 an Copernicus, und erſuchte Ihn um Mittheilung ſeiner Sätze. Georg Joachim, insgemein Rhäticus genannt, derzeitiger Profeſſor der Mathematik zu Wittenberg, entſagte ſeiner Profeſſur, begab ſich zu Copernicus nach Frauenburg, und erbot ſich, zur Ausführung der ganzen Sache behilflich zu werden; und durch dieſen ſendete Copernicus denn endlich ſein Werk nach Deutſchland, wo es 1543 zu Nürnberg, mit einer Zueignung an den Papſt Paul III. in folio (nachher Baſel. 1566. und Amſterdam. 1617. 4.) erſchien. Er ſtellt in derſelben, aus den angedeuteten Gründen, ſein Syſtem bloß als eine Hypotheſe vor, die die Phänomene erkläre, und den Weltbau in eine faßlichere Ordnung bringe; aber das Werk ſelbſt zeigt ſehr deutlich, daß Er ſeine Lehre mit feſter Ueberzeugung als die allein wahre und mögliche erkannt habe. Leider konnte Er von den durch daſſelbe hervorgebrachten Eindrücken hienieden nicht mehr Zeuge ſeyn, indem, noch vor Beendigung des Druckes, ein plötzlicher Blutſturz ſeinem Leben am 24. Mai 1543. ein Ende machte. Wir beſitzen, wie ich gleich hinzufüge, eine ausführliche Biographie dieſes unermüdlichen Forſchers um Wahrheit, durch Gaſſendi: „Vita Nic. Copernici“. Haag. 1542. 4. und eine neuere, mir nicht vorliegende, durch Weſtphal: Konſtanz. 1822. Statuen ſind Ihm nachher in Warſchau errichtet worden; ob eine ſolche, welche ſpäter in ſeiner Vaterſtadt Thorn projectirt war, ſchon ausgeführt iſt, weiß ich augenblicklich nicht anzugeben; — in jedem Falle bleibt ſein Weltſyſtem ſein ſchönſtes Monument.

Daſſelbe ſetzt, wie ich, mit dem Vorbehalte, hinten nochmals darauf zurückzukommen, nunmehr erſt in den Hauptmomenten nochmals reſumire, die Sonne alſo in das Mittel, und läßt um dieſelbe den Mercur, die Venus, die Erde, den Mars, Jupiter und Saturn, als die damals allein bekannten Planeten, in excentriſchen Kreiſen* (vgl. wieder dieſen ſchon citirten A. S. 410) laufen, deren Halbmeſſer der Ordnung nach faſt wie die Zahlen 4, 7, 10, 15, 52, 95 wachſen; dieſe Kreisbahnen werden nach Einerlei Richtung, die kleineren in kürzeren, die größeren in längeren Zeiten zurückgelegt. Die Erde, indem ſie hierzu 1 Jahr anwendet, drehet ſich dabei zugleich täglich um eine

Copernikaniſchen Satzes der Bewegung der Erde um die Sonne, im Gegenſatze der umgekehrten Ptolemäiſchen Forderung, mag nochmals als ein Beiſpiel dienen.

* Die Seite iſt durch einen unbemerkt gebliebenen Druckfehler, ſtatt mit 436, mit 336 bezeichnet, welches ich zugleich zu ändern bitte.

* Auf die Kepler'ſche Subſtitution der Ellipſe für dieſe Kreisform, als eine der gleich vorn angedeuteten Erweiterungen des Copernikaniſchen „Weltſyſtems,“ komme ich, bevorworteter maßen, hinten. Hier hebe ich nur ſeinen Hauptcharakter der Bewegung unſeres Planeten Erde, ſtatt der von Ptolemäus prätendirten Unbeweglichkeit deſſelben, mit den nächſten Folgen hervor.

ſich immer ſelbſt parallel bleibende Axe, welche mit jeder auf der Ebene der Bahn lothrechten Linie einen unveränderlichen Winkel von 23½° (Schiefe der Ekliptik, vergl. d. A.) macht, wodurch der Wechſel der Jahreszeiten, der Tag- und Nachtlängen u. ſ. w. bedingt iſt *. Auf jenem Jahreswege wird ſie vom Monde begleitet, den ſie außerdem, in derſelben Richtung und einer ähnlichen Bahn, alle Monate umkreiſt, und etwann um 1/40 ſoweit von ihr, als ſie ſelbſt von der Sonne, abſteht. Alle dieſe Bahnen fallen nicht vollkommen in Einerlei Ebene, obgleich die Winkel, unter welchen ſie ſich gegen einander neigen, nur wenige Grade betragen.

Dieß ſind die Fundamentalſätze des Copernicaniſchen Weltſyſtems; auf die weitere Erklärung der Phänomene daraus komme ich, wie geſagt, hernach in einer eigenen Zuſammenſtellung, nachdem ich nur erſt noch das, auch ſchon vorn erwähnte, inzwiſchen erdachte Tychoniſche Syſtem etwas näher betrachtet haben werde. Denn nicht alſobald wurde die Lehre des Copernicus nach Verdienſte gewürdiget und allgemein angenommen. Nur wenige Gelehrte bekannten ſich gleich uneingeſchränkt zu derſelben, indeß ſich die Meiſten durch Vorurtheile, durch die Auctorität des Ariſtoteles, und durch Rückſichten auf die angedeuteten Bibelſtellen abhalten ließen, derſelben auch nur die ſo wohl verdiente Aufmerkſamkeit zu ſchenken. Von jenen Vorurtheilsfreieren Aſtronomen nenne ich Rhäticus, deſſen ſchon oben Erwähnung geſchehen iſt, und der auch die angeführte 2. Ausgabe (die Baſeler) vom Werke des Copernicus beſorgte; Erasmus Reinhold, Profeſſor zu Wittenberg, welcher Planetentafeln: „Tabulae Prutenicae coelestium motuum". Wittenb. 1551. 4. nach dem neuen Syſteme herausgab; wogegen ſelbſt Mäſtlin (Möſtlin), der uns ſchon mehrfach bekannt gewordene, ausgezeichnete Profeſſor der Mathematik zu Tübingen, obwohl er Anfangs Copernicaner geworden war, und, wie ich in meinen Notizen finde, bei einer Reiſe durch Italien durch ſeine Reden ſogar Galilei von der Vortrefflichkeit des neuen Syſtems überzeugt haben ſoll, ſpäter doch wieder zur Ptolemäiſchen Anſicht zurückkehrte, welcher er auch in ſeinem „Epitome Astronomiae". Heidelb. 1582. 8. allein huldiget.

Indeſſen waren die Mängel dieſer letzteren durch Copernicus Auseinanderſetzungen doch wenigſtens fühlbarer geworden: man ſah allmälig immer deutlicher ein, daß mit derſelben allein nicht länger auszukommen ſey; und dieß veranlaßte denn den großen praktiſchen Aſtronomen Tycho de Brahe * einen

* Ueber dieſe Erklärung, welche dem Scharfſinne des Copernicus vielleicht die meiſte Ehre macht („qui," wie ſich Lalande „Astronomie," §. 1108. ausdrückt, „prouve mieux le génie de *Copernic*"), handle ich ausführlich im beſondern Art. Parallelismus der Erdaxe, komme, bevorworteter maßen, auch hinten nochmals darauf zurück.

* Ich gebe die nachſtehenden biographiſchen Notizen über **Tycho de Brahe** (wie er gewöhnlich genannt wird, oder eigentlich Thyge Brahe) nach einem mir mitgetheilten Auszuge aus der kürzlich erſchienenen „**Store og gode Haudlinger af Danske, Norsque og Holsteuern**" des däniſchen Schriftſtellers Ove Malling, den Leſern, welche ſich dadurch nicht befriediget finden ſollten, die Vergleichung des betreffenden Artikels (Brahe, Tycho) der, ohnedieß in ihrer Aller Händen befindlichen „Real-Encyklopädie" („Converſations-Lexicon") anheim ſtellend.

„Thyge Brahe, aus einer altadeligen, urſprünglich ſchwediſchen Familie, wurde den 19. December 1546 in Dänemark geboren und in dem Hauſe ſeines Oheims, Jörgen Brahe, erzogen. Sein Vater, der ſich nie um die Wiſſenſchaften bekümmert hatte, war der Meinung, ſein Sohn könne ſie ebenfalls entbehren, und beſtimmte ihn zum Kriegsdienſt. Sein Oheim indeß, der zu verſchiedenen Malen Beweiſe von Scharfſinn und Verſtand an dem Knaben wahrgenommen hatte, war dafür, ihn ſtudiren zu laſſen. Er ſetzte ſeine Anſicht auch durch, denn er war ſehr reich, ohne Kinder, und ernannte ſeinen Neffen zu ſeinem Erben. Daß der junge Brahe ſich fortan den Wiſſenſchaften widmen durfte, verdankte er alſo ſeinem Oheim.

Mittelweg zwiſchen dem Ptolemäiſchen und Copernicaniſchen Syſteme zu ſuchen, wobei er aus dem letzteren ſoviel in das erſtere übertrug, als, ohne dem Ariſtoteles und der damaligen Schriftauslegung zu widerſprechen, möglich war. Alſo entſtand das

Schon bei den erſten Schul-Uebungen zeigten ſich häufig ſeine herrlichen Anlagen, verbunden mit jenem ruhigen Nachdenken, welches ihnen erſt Werth und Bedeutung verleiht. Es dauerte nicht lange, ſo war er der lateiniſchen Sprache vollkommen Meiſter, machte Verſe in derſelben und beſaß auch gute Kenntniſſe in den anderen Schulwiſſenſchaften. Sein Oheim ſchickte ihn jetzt mit einem Hofmeiſter, Anders Vedel, auf die Univerſität, — zuerſt nach Kopenhagen, und dann nach Leipzig. Da er jedoch nur ſo viel lernen ſollte, als zur Verwaltung eines Staatsamtes nöthig iſt, hielt man es für hinreichend, wenn man ihn die Rechtswiſſenſchaft und etwas Philoſophie hören ließ; dahin lauteten auch die Inſtructionen des Hofmeiſters, welche dieſer genau befolgte. Er hielt ſeinen Zögling zum pünctlichen Beſuche der Vorleſungen an und gab ihm nur ſolche Bücher in die Hände, die in das Rechtsfach ſchlugen.

Der junge Brahe ließ ſich ruhig leiten, obgleich ihm dieſe Beſchäftigung nicht genügte. Sein geweckter Verſtand und ſein lebhafter Geiſt fanden zu wenig Nahrung im römiſchen Recht und in der ſcholaſtiſchen Philoſophie; ſie wollten ſich höher emporſchwingen. Sah er daher eine Mond- oder Sonnenfinſterniß, hörte er den Sturm ſauſen, den Donner rollen, oder war er Zeuge anderer Naturſcenen, die mit Recht die Aufmerkſamkeit eines jeden denkenden Weſens erregen, dann war ſeine Seele entzückt. Er beobachtete jene Erſcheinungen auf das genaueſte, zeichnete ſie an, forſchte nach ihren Urſachen und Wirkungen; und da er wußte, daß man — um ſie zu erfahren und zu berechnen — Mathematik und Aſtronomie ſtudiren müſſe, wünſchte er Unterricht in dieſen Wiſſenſchaften. Er verwendete ſein Taſchengeld dazu, um ſich kleine mathematiſche Inſtrumente, eine Himmelskugel und diejenigen Bücher zu kaufen, welche ihm als Wegweiſer bei dem Studium jener Wiſſenſchaften dienen konnten. Der Hofmeiſter — übrigens ein wohlunterrichteter Mann — war in der Mathematik durchaus nicht bewandert, und wollte auch ſeine Inſtructionen in Bezug auf Brahe nicht überſchreiten. Er ſuchte daher ſeinen Zögling von der Aſtronomie abzuziehen und ſeine Aufmerkſamkeit ausſchließlich auf die Rechtslehre zurückzuführen; dieß war jedoch nicht möglich. Brahe beſuchte zwar die juriſtiſchen Kollegien, — ſo wie dieſe jedoch vorüber waren, nahm er Jeden, deſſen er habhaft werden konnte, um ſich in der Mathematik und Aſtronomie unterrichten zu laſſen. Hatte er keinen ſolchen bei der Hand, ſo half er ſich ſelbſt weiter, und fand er bei Tage keine Zeit dazu, ſo verließ er des Nachts — wenn der Hofmeiſter ſchlief — das Bett, betrachtete die Sternbilder, verglich ſie mit denen auf ſeiner Himmelskugel und ſtellte ſeine Betrachtungen darüber an.

Unterdeß ſtarb ſein Oheim Jörge Brahe und hinterließ ihm nicht nur ſein Gut Knutſtrup, ſondern auch ein bedeutendes Vermögen. Thyge Brahe wurde zur Uebernahme der Erbſchaft zurückberufen. Er mußte nun zwar die Univerſität Leipzig verlaſſen, doch gab er damit keinesweges ſeine Lieblingsſtudien auf.

Große Geldmittel — wenn ſie unverhofft in die Hände der Jugend gerathen — pflegen in der Regel eben ſo große Hinderniſſe beim Fortſetzen der Studien zu werden. Der äußere Glanz, die Bequemlichkeit und das Wohlleben tragen gewöhnlich den Sieg über den fortgeſetzten Fleiß davon, den die Wiſſenſchaften erfordern. Bei Brahe war dieß jedoch nicht der Fall. Kaum hatte er ſeine häuslichen Angelegenheiten geordnet, als er ſich auch ſchon wieder auf Reiſen begab; und da er jetzt vollkommene Freiheit und hinreichende Mittel beſaß, ſeine Lieblingswiſſenſchaften Mathematik, Chemie und Aſtronomie zu treiben, ſo waren es dieſe Rückſichten allein, welche ihn bei der Wahl der Aufenthaltsorte leiteten. Zuerſt blieb er in Wittenberg, dann ging er nach Roſtock und beſuchte ſpäter die anderen berühmten Univerſitäten Deutſchlands und der Schweiz Er verkehrte mit den berühmteſten Männern; er nahm überall die beſten Sternwarten und mathemati-

Tychoniſche Weltſyſtem.

Tycho de Brahe („De mundi aetherii recentioribus Phaenomenis". Uranib. 1588. 4. maj. und nachher Pragae. 1603.) ſetzte zwar die Erde wieder unbewegt in's Mittel, und ließ um ſie den Mond und, in größerer Entfernung,

ſchen Inſtrumente in Augenſchein; er verſchaffte ſich einen Begriff von der Conſtruction derſelben; er dachte über ihre Zweckmäßigkeit nach und fand ihre Mängel heraus.

Dieſe Reiſe dauerte fünf Jahre.

Er ſammelte endlich einen ſolchen Vorrath von Kenntniſſen und Erfahrungen, daß er ſich zuletzt nicht mehr mit dem begnügen konnte, was Andere vor ihm gedacht und gethan. Er war jetzt im Stande, ſelbſt weiter zu forſchen, neue Entdeckungen zu machen und Inſtrumente zu erfinden, die vollkommener und bequemer als diejenigen waren, welche man bereits beſaß. Dieß ſah man, als er auf ſeiner Heimreiſe in Augsburg Inſtrumente nach ſeiner eigenen Angabe anfertigen ließ; ja, er machte auch zu jener Zeit den Entwurf zu dem großen und bewunderungswürdigen Himmelsglobus, der — nachdem er durch den Fleiß vieler Jahre endlich fertig geworden — für eines der größten Meiſterſtücke der Kunſt und Wiſſenſchaft galt.*

Nachdem Brahe von ſeinen Reiſen zurückgekehrt war, lebte er entweder auf ſeinem eigenen Gute Knutſtrup oder auf einem benachbarten Gute bei ſeinem Oheim Steen Bille; um jedoch durchaus keine Zeit zu verlieren, ließ er auf beiden Gütern die nöthigen Einrichtungen treffen, welche zur Fortſetzung ſeiner Beobachtungen und Studien erforderlich waren. Damit man ihn indeß nicht für einen Sonderling oder Mißvergnügten hielte, ließ er ſich auch zuweilen in Kopenhagen ſehen. Die Hauptſtadt war jedoch nicht ſein Element. Die vielen Beſuche, welche er theils zu empfangen, theils zu machen hatte, fielen ihm beſchwerlich, und es verdroß ihn, entweder müßig zu gehen, oder die Zeit durch Schwatzen über Nichtigkeiten zu verſchwenden. Nach möglichſt kurzem Aufenthalt verließ er daher ſtets die Reſidenz wieder und eilte zu ſeinen Lieb-

* Dieſe Himmelskugel, welche 5000 Thlr. gekoſtet, war von Meſſing und hatte 6 Fuß im Durchmeſſer. Sie iſt 1728 bei dem großen Brande in Kopenhagen mit zerſtört worden.

lingsbeſchäftigungen zurück. Dieſe waren aber auch keinesweges unbedeutend, denn der junge Mann trat von Zeit zu Zeit mit Entdeckungen und Bemerkungen hervor, die im In- und Auslande bewundert wurden, denn ſie waren neu und der Aufmerkſamkeit der Profeſſoren der Aſtronomie bisher völlig entgangen.

So ungewöhnliche Verdienſte konnten nicht lange verborgen bleiben. Friedrich II. (1559—1588), ein Beförderer der Wiſſenſchaften, begünſtigte ſeine Forſchungen und zeichnete ihn öffentlich aus. Hierdurch bekamen viele Edelleute Luſt, die Wiſſenſchaften kennen zu lernen, welche ihn ſo berühmt machten. Sie wünſchten einen Vortrag darüber zu hören, doch gab es an der Univerſität noch Niemand, der hinreichende Kenntniſſe derſelben beſaß, um den gemachten Anforderungen zu genügen. Auf den Wunſch des Königs mußte ſich Thyge Brahe daher ſelbſt dazu verſtehen, Aſtronomie vorzutragen, und man hatte den ſchönen Anblick, einen jungen und reichen Edelmann öffentliche Vorleſungen über Wiſſenſchaften halten zu ſehen, die er nicht nur faſt ausſchließlich verſtand, ſondern auch bedeutend weiter gebracht hatte.

Hieraus und aus vielen anderen Umſtänden entnahm Friedrich II., daß es ſich um einen Mann handelte, der nur der Unterſtützung und des Schutzes bedurfte, um ſeinem Vaterlande Ehre und der ganzen gelehrten Welt Nutzen zu bringen. Er ſchenkte ihm daher auf Lebenszeit die im Sunde gelegene kleine Inſel Hveen, welche eine bequeme Stätte zur Betreibung derjenigen Wiſſenſchaften bot, die Brahe liebte. Er erlaubte ihm, auf Königliche Koſten daſelbſt ein Gebäude aufführen und es ganz ſo einrichten zu laſſen, wie er es für ſich und ſeine Studien wünſchte. Dieß wurde auch ins Werk gerichtet, und es erhob ſich auf der Inſel Hveen das prächtige, überall berühmt gewordene Schloß Uranienburg.*

* Von dieſem Schloſſe, wo Brahe die Beſuche vieler Europaiſchen Fürſten empfing, findet man jetzt nur noch Ruinen.

die Sonne laufen; gab aber doch den übrigen fünf Planeten Bahnen, welche um die letztere gehen, und von welchen dieſe Geſtirne alſo nur *mit* um die Erde geführt werden ſollten. Man ſieht leicht ein, daß dabei die wahre Bewegung der Planeten in Epicykloiden (denken wir an Radlinie) angenommen werden mußte, woraus die verſchiedene Geſchwindigkeit nebſt den Stillſtänden und Rückgängen, ohne Anwendung der *Ptolemäiſchen* „*Epicykel*", begreiflich gemacht werden kann. Den dem *Mercur* und der *Venus* ſolchergeſtalt angewieſenen Kreiſen um die Sonne legt Tycho Halbmeſſer bei, welche kleiner als der Halbmeſſer der *Sonnenbahn* um die Erde ſind, ſo daß ſich dieſe beiden Planeten von der

Sobald es vollendet war, ließ Brahe ſich in demſelben häuslich nieder und widmete ſich nun gänzlich den Wiſſenſchaften. Bisher hatte er größtentheils ſtudirt, um ſelbſt noch zu lernen, jetzt aber arbeitete er zugleich, um Europa aufzuklären. Mit der Chemie vergnügte er ſich, aber die Aſtronomie war die Hauptſache. Er ſtellte Inſtrumente zuſammen, beobachtete die Natur und die Wirkungen ihrer Erſcheinungen; er rechnete Dinge heraus, an welche bisher Niemand gedacht, und die von der Nachwelt mit Bewunderung aufgenommen worden; er leiſtete ſo viel, daß mit Thyge Brahe, dem Däniſchen Manne, eine neue Epoche in der Geſchichte der Aſtronomie begann. Thyge Brahe auf Schloß Uranienburg war das Wunder des Nordens. Gelehrte kamen dorthin, um zu lernen, — Fürſten, um ihn zu ſehen. Seine Schriften breiteten ſich immer mehr aus, und mit ihnen ſein Ruhm.

Um eine genaue Ueberſicht von dem zu geben, was er allein in der Aſtronomie geleiſtet, wie viele Vorurtheile er vernichtet, wie viele wichtige Dinge er entdeckt und aufgeklärt, oder zu wie vielen Entdeckungen er Anderen Veranlaſſung gegeben, dazu müßte man faſt die ganze Wiſſenſchaft der Sternkunde durchlaufen und nachweiſen, auf welchem Standpunct er ſie vorfand, und wie weit er ſie gefördert hatte, als er ſtarb. Dieß wäre jedoch die Aufgabe eines bändereichen Werkes, und nicht die eines kurzen Journal-Artikels. Es möge daher die Bemerkung hinreichen, daß er dieſe Wiſſenſchaft zu ſeiner Zeit nur wenig angebaut und den Weg dazu faſt noch gar nicht angebahnt fand; daß er ſich *ſelbſt* vorarbeitete, und zwar größtentheils durch eigene Beobachtungen und mit Inſtrumenten, die er entweder ſelbſt erfunden oder doch bedeutend verbeſſert hatte; daß *er* es war, der auf gewiſſe Weiſe *Kepler* und mit ihm *Newton* auf die Bahn brachte, die ſie ſpäter mit ſo vielem Ruhme verfolgt haben; und daß *ohne* ihn vielleicht weder Kepler, noch Newton, noch mehrere Andere das geworden wären, was ſie geworden ſind, eben ſo wenig als die Aſtronomie *das*, was ſie gegenwärtig iſt.

Unterrichts-Mangel und Reichthum bei jungen Jahren vereinigten ſich, um Brahe zu verhindern, ein Aſtronom zu werden; jenem Mangel wußte er jedoch durch eigenen Fleiß zu begegnen, während er den Reichthum beherrſchte, anſtatt ſich von ihm — wie ſo Viele — beherrſchen zu laſſen. Er wurde verſpottet und über die Schulter angeſehen von ſeinen jungen ebenbürtigen Bekannten, die ſeine Neigungen und — wie ſie ſagten — ſeine thörichte Luſt an der neuen Wiſſenſchaft nicht begreifen konnten. Brahe bedauerte ſie und nahm dieſe Spöttereien für die gewöhnliche Sprache der Unwiſſenheit, Unregſamkeit und Eitelkeit. Er war mit ſeinen Begriffen über wahre Ehre längſt im Reinen. „Beſſer, etwas *ſeyn*, als etwas *ſcheinen*," lautete ſein Wahlſpruch, und dieſen hatte er ſtets im Sinn.

Es iſt zu bedauern, daß auch *dieſer* große Mann nicht dem Geſchick entging, von Neid und Mißgunſt verfolgt zu werden, und ſich mit Friedrichs II. Tode unter ſeinem Nachfolger Chriſtian IV. die Zeiten dergeſtalt änderten, daß man ihm verbot, ſeine wiſſenſchaftlichen Forſchungen im Inlande fortzuſetzen, nachdem man ihm zuvor den Jahrgehalt entzogen hatte.

Brahe nahm daher einen ehrenvollen Ruf des Kaiſers Rudolph II. an, der ein großer Freund der Sternkunde und Sterndeuterei war, und ſtarb zu Prag, im Jahre 1601.

Seine Ungnade hat ſeinem Ruhme nicht den geringſten Abbruch gethan."

Sonne nie weiter, als um die ſcheinbare Größe der gedachten Halbmeſſer entfernen, und daß ſie demgemäß zwiſchen ihr und der Erde hindurch gehen können; der Halbmeſſer der Marsbahn wird dagegen größer als der Halbmeſſer, aber kleiner als der Durchmeſſer der Sonnenbahn angenommen, ſo daß ein Theil von ihr noch innerhalb der letzteren fällt, und Mars danach zwar nie zwiſchen Sonne und Erde kömmt, der letzteren jedoch in den Oppoſitionen viel näher als der erſteren ſteht *; — die Bahnen des Jupiter und Saturn endlich aber fallen weit über den ganzen Durchmeſſer der Sonnenbahn hinaus.

Die Idee, den Lauf des Mercur und der Venus um die Sonne anzunehmen, haben, wie deßwegen ſchon vorn ſo ſorgfältig hervorgehoben iſt, bereits vor Copernicus einige Weltweiſe des Alterthums gehabt; eine ſolche Erklärung nöthiget aber, wie dort ebenfalls bevorwortet worden, unvermeidlich dazu, den Mittelpunct der Bewegung überhaupt in die Sonne zu ſetzen. Dennoch war Tycho, obgleich er alſo rückſichtlich jener Bedingung dem Copernicaniſchen Syſteme in deſſen Uebereinſtimmung mit den gedachten früheren Anſichten treu blieb, namentlich was die Axendrehung und den Umlauf der Erde um die Sonne anbetrifft, davon abgewichen. Er ſagt aber auch im citirten Werke S. 185 ausdrücklich, daß ihm das Zeugniß der heiligen Schrift ein „unüberwindliches Hinderniß gegen die Weltordnung des Copernicus ſcheine“ **. Sonſt ſpricht er jedoch nur mit der größten Achtung von dieſem ſeinen Vorgänger, und räumt ein, „daß ſich der Lauf der Planeten aus der Annahme der Erdbewegung viel leichter und kürzer als aus den Epicykeln des Ptolemäus erklären laſſe, daß Copernicus viele Thorheiten und widerſprechende Sätze der Alten verbeſſert habe, und daß ſein Syſtem überhaupt weit beſſer mit dem Himmel übereinſtimme“ *. — Nimmt man aber aus der Copernicaniſchen Ordnung nur die Bewegung der Erde hinweg, ſo iſt das, was übrig bleibt, ganz genau das Syſtem des Tycho.

Dennoch wollte dieſer Aſtronom nicht den Schein haben, als wenn ſeine Hypotheſe nichts weiter als eine bloße Abänderung der Copernicaniſchen ſey. Er erzählt vielmehr, „ſeine genauen Beobachtungen der Parallaxe des Mars hätten ihm 1582 gezeigt, daß uns dieſer Planet in der Oppoſition weit näher als die Sonne komme, — ein Umſtand, welcher mit dem Ptolemäiſchen Syſteme (wie ein bloßer Blick auf unſere, daſſelbe darſtellende Figur 2 zeigt) ganz unvereinbar ſey; und da er daſſelbe alſo verwerfen müſſe, der Copernicaniſchen Weltordnung aber aus den angeführten bibliſchen Rückſichten nicht beipflichten könne: ſo ſey ihm Nichts übrig geblieben, als ſein eigenes Syſtem auszudenken, und demgemäß die Planeten, namentlich den Mars, um die Sonne, und mit dieſer um die Erde zu führen“.

Tycho's Hypotheſe erklärt zwar die Erſcheinungen völlig, aber doch immer nur durch höchſt verwickelte, unnatürliche Bewegungen. Wer nach derſelben die tägliche (die gemeine) und die eigene (die progreſſive) Bewegung der Geſtirne um die Erde, beide, als, wirklich poſtulirt, der muß die Sonne und die Planeten in ſteten Schraubengängen gehen laſſen. Welche Mechanik kann einen ſolchen Lauf durch Kräfte begreiflich machen? Da die Abſtände der Himmelskörper von uns veränderlich ſind, ſo müßten dieſe Schraubengänge bald enger, bald weiter wer-

* Die Figur 3 der vorliegenden Tafel XXIII. macht dieß für ſolche Leſer augenſcheinlicher, die den Anblick einer Zeichnung dem Entwurfe durch Anſtrengung der Einbildungskraft, welchen ich höher anſchlage, den Vorzug geben.

** So ſteht in meinen Notizen; das in Rede ſtehende Werk ſelbſt habe ich nicht zur Hand. Lalande, in ſeiner Ueberſetzung, „Astronomie.“ §. 1086. läßt Tycho bloß ſagen: „Je pense qu'il faut décidément et sans aucun doute, placer la terre immobile au centre du monde en suivant le sentiment des anciens Astronomes et le *témoignage de l'Écriture.*“

* Dieſe Zugeſtändniſſe macht Tycho dem Copernikus in einem andern Werke: „Astronomiae instauratae Progymnasmata.“ Uranib. et Prag. 1602. 4. namentlich S. 661.

den, auch dürfen ſie nie über die Wendekreiſe oder den Thierkreis, als Grenzen des Sonnen-, Mond- und Planetenlaufes, ausſchweifen, ſondern müſſen ſich, ſobald gewiſſe Puncte darin erreicht ſind, in neuen Schraubengängen zurück winden. Niemand hat es gewagt, dieſe Gänge ſelbſt näher zu betrachten; die Tychoniſche Theorie ſetzt die tägliche Bewegung ganz bei Seite, und beſchäftiget ſich bloß mit der eigenen (der progreſſiven), welche ſie als abſtrahirt anſieht.

Gleichwohl wurde dieſe Hypotheſe mit bei weitem ausgebreiteterem Beifalle aufgenommen, und verdrängte, wie viel größeren Anſpruch auch das Copernicaniſche Syſtem auf die Ehre dieſes Sieges hatte, vielmehr ihrerſeits die Ptolemäiſchen Anſicht. Nur wenige tiefer ſehende Männer erklärten ſich für Copernicus; und die Aſtronomen theilten ſich von jetzt an in Copernicaner und Tychoniker. Allein ſelbſt Longomontanus (Däniſcher, 1562 auf einem Jütländiſchen Dorfe geborner und 1647 als Profeſſor zu Kopenhagen verſtorbener Mathematiker), der berühmteſte unter dieſen letzteren, wich („Astronomia Danica". Amst. 1622. 4.) von ſeinem Lehrer ſchon darin ab, daß er wenigſtens die tägliche Bewegung des Himmels von einer Umdrehung der Erde herleitete, indem er ſich nicht entſchließen konnte, dem ganzen unermeßlichen Weltbau einen ſo unbegreiflichen Umſchwung um den kleinen Erdkörper anzudichten. Wer aber einmal ſo weit gegangen war, der Erde eine Bewegung um ihre Axe beizulegen, dem blieben wenig Gründe des Zweifels auch an ihrer Bewegung um die Sonne, d. h. an den Hauptſätzen des Copernicaniſchen Syſtems im Widerſpruche mit dem Ptolemäiſchen und Tychoniſchen; — und es trat außerdem zur weiteren und völligen

Beſtätigung dieſes Copernicaniſchen Syſtems

durch Analogien des Augenſcheins, bald darauf noch ein ganz unerwarteter, anderer günſtiger Umſtand ein.

Gegen Anfang des ſiebzehnten Jahrhunderts nämlich ward das Fernrohr entdeckt, und zeigte (vergl. d. A. S. 435) in den Händen des großen Galilei ſogleich die Ab- und Zunahme des Lichtes des Mercur und der Venus, das Daſeyn der Jupitersmonde, die Aehnlichkeit unſeres Mondes mit der Erde, die Flecken der Sonne und die Axendrehung dieſes großen Geſtirns u. ſ. w. u. ſ. w.; Alles Dinge, von denen man vor dieſer großen Erfindung kaum eine Ahnung gehabt hatte. Es ward nun unwiderſprechlich gewiß, daß Venus und Mercur, den Behauptungen wenigſtens des Ptolemäiſchen Syſtems ſchnurſtracks zuwider, wirklich um die Sonne laufen, daß alle Planeten für ſich dunkel ſind und ihr Licht nur von der Sonne empfangen, daß ſich Weltkörper, wie nun ſelbſt die mächtige Sonne, um ihre Axen drehen können, daß die Erde und ihr Mond ſich in einem völlig gleichen Falle wie der Jupiter mit ſeinen Monden befinde, daß ſich die Sonne, als der allein leuchtende und unendlich größere Körper, vor allen übrigen des ganzen Syſtems auszeichne, und alſo die Tychoniſche untergeordnete Rolle des Umlaufes um die kleine Erde darin nicht ſpielen könne ꝛc. Zugleich hatte Galilei die Theorie der Bewegung mehr aufgeklärt, auch die Schwäche noch anderer Ariſtoteliſchen und Scholaſtiſchen Sätze deutlich erwieſen, und dadurch die abgöttiſche Verehrung dieſer Lehre geſchwächt. Dieſer große und ſcharfſinnige Geiſt ſchwang ſich über alle Vorurtheile empor, und begünſtigte ſomit in jeder Weiſe die Ausbreitung des Copernicaniſchen „Weltſyſtems", welches nun anfing, immer allgemeiner zu werden.

Nunmehr fing aber auch die Kirche an, ihre Aufmerkſamkeit auf eine bisher ihrerſeits wenig beachtete Doctrin zu richten, welche ſie gegen die von ihr beſchützten bibliſchen Vorurtheile auftreten ſah, und in der ſie, mit richtigem Fernblick, einen drohenden Feind ahnete; — und ſie verſuchte jetzt, durch Auctoritäten Dasjenige zu beſchirmen, was ſie mit Gründen gegen ſo unerwartete, neue und unbezwingliche Argumente nicht länger vertheidigen konnte. Im Jahre 1615 erklärte die zur Büchercenſur verordnete Congregation der Cardinäle zu Rom die Copernicaniſche Weltordnung für ſchriftwidrig und ketzeriſch, verdammte alle Stellen der Bücher „de revolutionibus",

welche das Syſtem als Thatſache darſtellen, beſonders die zwei Capitel, die des Ariſtoteles Gründe für die Unbeweglichkeit der Erde widerlegen, und die hierher gehörigen bibliſchen Stellen betreffen, und verbot ſämmtliche bereits erſchienenen und noch zu erſcheinenden, den Copernicaniſchen Behauptungen beipflichtenden Schriften.

Galilei ſelbſt, deſſen Entdeckungen und Aeußerungen dem „Copernicaniſchen Syſteme“, angeführtermaßen, ſo vortheilhaft geweſen waren, ward noch in demſelben Jahre nach Rom vorgeladen, und entging der großen Gefahr nur durch die Erklärung, daß Er bei der alten Lehre bleibe. Er dachte aber von nun an auf Mittel, die Wahrheit mit liſtig erlangter Genehmigung ſelbſt ihrer Gegner zu verbreiten, und ſchrieb in dieſer Abſicht eine ſchöne Vertheidigung des Copernicaniſchen Syſtems, in deren Vorrede Er erklärte, „daß, da man auswärts geglaubt habe, es ſey die Verurtheilung dieſes Syſtems das Werk eines Tribunals geweſen, welchem die Gründe des Syſtems unbekannt geblieben, Er vielmehr zeigen wolle, daß die Italiäniſchen Lehrer mit dieſen Gründen eben ſo gut, als die gelehrteſten Ausländer bekannt ſeyen“. Eine ſo geſchickte Wendung verſchaffte Ihm die Druckerlaubniß ſeiner (vergl. nochmals die ſchon citirte Stelle Bd. I. S. 436 unſeres Werkes) Geſpräche über die Weltordnungen: „Dialogo di *Galileo Galilei* delle due massime sisteme del mondo, Tolemaico e Copernicano“, in Firenze, 1632. 4. in welchem Werke verſchiedene Interlocutoren die Gründe für beide Syſteme gegen einander abwägen, und woraus ſich die Ueberlegenheit der Copernicaniſchen Weltordnung bis zur Evidenz ergibt. Dieſe Schrift des Galilei wurde von Mathias Bernegger, Profeſſor zu Strasburg: „Dialogi de systemate cosmico“. Lugd. 1641. 4. in das Lateiniſche überſetzt, viel geleſen, und macht mit einer ſchon vorher erſchienenen: „Novantiqua SS. Patrum et probatorum Theologorum doctrina, de sacrae scripturae testimoniis in conclusionibus mere naturalibus temere non usurpandis“, ital. et lat. Aug. 1636. 4. eine der glorreichſten Vertheidigungen des Copernicus aus.

Für den Vertheidiger des Copernicaniſchen Weltſyſtems, den unglücklichen Galilei aber, hatte eben der große Erfolg dieſer beiden Schriften, und das Lächerliche, womit ſie die Leute anderer Anſicht bedeckten, die traurige Folge, daß Er, wie ich aus ſeiner l. c. beigebrachten Biographie hier nochmals anführe, im Jahre 1632 ein zweites Mal zu Rom vor dem Tribunal der Inquiſition erſcheinen, und am 20. Juni des folgenden Jahres, nach bis dahin erduldeter Gefangenſchaft, ſich zu einem förmlichen Widerrufe verſtehen mußte, wovon man die merkwürdige Urkunde beim Riccioli (vergl. über ihn B. 1. unſres Werkes, S. 343): „Almagest. nov.“ T. II. lib. 9. ad fin. einſehen kann.

Zugleich war dadurch das Signal zu erneueten und noch heftigeren Streitigkeiten über das Copernicaniſche Syſtem gegeben. In Frankreich ſchrieb Morin (katholiſcher Theolog und Schriftforſcher, geſtorb. zu Paris. 1659) wider, und der uns ſchon bekannte, 1655 als Profeſſor der Mathematik zu Paris verſtorbene Gaſſendi: „De motu impresso a motore translato“. Lugd. Batav. 1649. 4., vortrefflich für daſſelbe; gleichwie ſich Carteſius, auf welchen ich dießfalls im beſondern Art. Wirbel zurückkomme, im Sinne des Syſtems erklärte; — die Sorbonne ſelbſt aber wollte es in Unterſuchung ziehen, und wurde nur durch einige einſichtsvollere ihrer Mitglieder davon abgehalten. Aehnliches zeigt uns die damalige Gelehrten-Geſchichte der Niederlande; und auch in Deutſchland traten wiederum faſt eben ſo viele Gegner als Anhänger der neuen Lehre auf, ohne daß ich jedoch auf ein weiteres Detail dieſer jetzt vergeßnen Streitigkeiten einzugehen habe.

In dieſem, alſo auch nachher noch fortdauernden Zwieſpalte, fand nun der große Kepler, zu deſſen „Erweiterungen der Copernicaniſchen Lehre“ ich, bevorwortetermaßen, jetzt übergehe, die Aſtronomie mit ihrer Grundfrage nach dem zu admittirenden „Weltſyſteme“, als Er in der erſten Hälfte des 17. Jahrhundertes diejenigen Unterſuchungen der Planetentheorie unternahm, von welchen der Artikel Kepler's Regeln mit aller, der Wichtigkeit des Gegenſtandes angemeßnen Ausführlichkeit handelt. Ein

Mann von ſeinem Scharfſinne konnte über die Wahrheit auch nicht einen Augenblick zweifelhaft bleiben; und alle ſeine in dem, ſchon 1609 zu Prag erſchienenen großen Werke der „**Astronomia nova**“ („**de stella Martis**“ *) enthaltenen Regeln und darauf gebaueten Doctrinen ſetzen die Copernicaniſche Weltordnung und damit die Bewegung der Syſtemskörper um die Sonne überall als Bedingung ** voraus, und ſind durch ihre vortreffliche Uebereinſtimmung mit dem Himmel eine der ſtärkſten Beſtätigungen jener Vorausſetzung geworden. Ja, was noch mehr iſt, ſie geben dem Copernicaniſchen Weltſyſteme ſelbſt erſt ſeine vollkommne Schönheit und Beſtimmtheit, indem ſie die vorn hervorgehobenen „excentriſchen Kreiſe“ der Planetenbewegung deſſelben in die auch ſchon erwähnten Ellipſen verwandeln. die Sonne in deren gemeinſchaftlichen Brennpunct ſtellen, und jene Bewegungen dadurch auf höchſt einfache und dennoch allgemeine Geſetze bringen: ſie „erweitern“, wie ich darum wiederholt ſo beſtimmt bevorwortet habe, das Copernicaniſche Syſtem, ohne daſſelbe in ſeinen Hauptmomenten zu ſchwächen. Kepler fand, als Er ſeine Unterſuchungen anhob, den Kreis, als ausſchließende Form der Geſtirnbewegung, von allen den drei damals noch mit einander rivaliſirenden „Weltſyſtemen“: dem Ptolemäiſchen ſowohl als dem Tychoniſchen und dem Copernicaniſchen admittirt; Er hat, wie Er (**l. c. „Primus meus error fuit, viam planetae perfectum esse** *circulum;* **tanto nocentior temporis fur, quanto erat ab auctoritate** *omnium Philosophorum* **instructior, et Metaphysicae in specie convenientior**“) ſelbſt klagt, bei einer ſolchen allgemeinen Uebereinſtimmung über dieſen ſelbigen Punct auch in ſonſt ſtreitenden Anſichten die größte Mühe gehabt, ſich von der Kreishypotheſe loszureißen; und es muß Ihm dieſe ſeine „Erweiterung“ des Copernicaniſchen Syſtems, ohne darum doch in Bezug auf daſſelbe, wie geſagt, für etwas mehr als Erweiterung zu gelten, alſo zum höchſten Verdienſte angerechnet werden.

Man bezeichnet dieſen Kepler'ſchen Beweis, daß die, dem Copernicaniſchen Syſteme gemäß, die Sonne umlaufenden, ſämmtlichen Planeten dabei nicht ſowohl Kreiſe, ſondern Ellipſen beſchreiben, bekanntlich mit dem Namen der erſten der drei „Kepler'ſchen Regeln“; die zweite dieſer Regeln, welche (S. 908 des Artikels Kepler'ſche Regeln) die Proportionalität zwiſchen Sector und Zeit, gleichwie die dritte (ibid. S. 911) das Verhältniß zwiſchen den planetariſchen Umlaufszeiten um die Sonne und Abſtänden von derſelben betrifft, gehören zwar, da ſie ſich auf „Ordnung und Verbindung der Weltkörper“, als die angegebenen, ein „Weltſyſtem“ conſtituirenden Hauptpuncte beziehen, eigentlich allerdings auch zur näheren Betrachtung hierher. Ich begnüge mich jedoch, indem ich wegen des Details auf den genannten Artikel verweiſe, nur im Allgemeinen nochmals hervorzuheben, daß auch ſie, in ihrer ſtrengen Uebereinſtimmung mit dem Copernicaniſchen Syſteme, vorzugsweiſe mit zu deſſen immer mehrerer Beſtätigung gedient haben. Und da endlich, nur kurze Zeit nach Kepler der von Newton gelieferte Nachweis der allgemeinen Gravitation (vergl. d. Art.) hinwiederum die Kepler'ſchen Sätze in ihrer ſolchergeſtalt dargethanen Befeſtigung unſeres „Weltſyſtems“ auf ein noch allgemeineres Grundprincip zurückführen lehrte, alle ſpäteren Beobachtungen aber, wie ich ſchon vorn geltend gemacht habe, nur immer neue Beweiſe

* Der ausführliche Titel dieſes großen Werkes in Kepler's Regeln. S. 890.

** Ich habe mir oft die Frage vorgelegt, wie es gekommen ſey, daß Kepler's Werk, als eine demnach offenbare, wenn gleich nur indirecte Vertheidigung der, in ihrer directen Geſtalt doch ſo ſchwer angegriffnen Copernicaniſchen Weltordnung, dergleichen Angriffen habe entgehen können? Wenigſtens finde ich Nichts davon; und es muß alſo angenommen werden, daß daſſelbe die Aufmerkſamkeit weniger erregt habe, auch wohl bei dem ſchwierigeren Verſtändniß ſeiner vielen Rechnung nicht gleich erkannt und gefaßt worden ſeyn möge.

für die Richtigkeit der Copernicaniſchen Lehre abgaben und noch täglich abgeben; ſo iſt die Richtigkeit dieſer Lehre ſomit als dergeſtalt unwiderſprechlich dargethan anzuſehen, daß jeder weitere Zweifel, wie dergleichen hier und da zuweilen doch noch laut werden, nur als Narrheit oder Unverſtand angeſehen werden muß; — und ich gehe alſo jetzt zu der verheißnen

Erklärung der (vornehmſten) aſtronomiſchen Erſcheinungen nach dem Copernikaniſchen Syſteme

in einer beſtimmten Reihenfolge ſelbſt über.

1) Die tägliche, unbegreiflich ſchnelle, ja ihrer Natur nach unmögliche gemeinſchaftliche Bewegung aller Himmelskörper von Oſten nach Weſten wird in dieſem Syſtem auf eine ſehr einfache Art durch eine 24ſtündliche Umwälzung der Erdkugel um ihre Axe, von Weſten nach Oſten erklärt. Denn indem bei dieſer Umdrehung unſer Wohnort gegen Oſten fortgeführt wird, muß alles Geſtirn in der entgegengeſetzten Richtung zu laufen ſcheinen. Es ſey Fig. 4 der Tafel XXIII. a s e die Erdkugel, p s ihre Axe, in p der Nord- und in s der Südpol. Jener iſt gegen den Punct P und dieſer gegen den Punct S der Himmelskugel A D S E gerichtet. a o b iſt ein mit dem Aequator parallel gehender Kreis auf der Erde, den der Ort a während einer Umwälzung derſelben um den Pol p von Weſten gegen Oſten zu beſchreiben ſcheint. Gedenkt man ſich nun z. B. eine Verticallinie C a A des Orts a, die zu einem im Zenith ſtehenden Stern A führt, ſo wird dieſe Linie mittlerweile, da der Ort a auf der Erde nach a o b fortrückt, am Himmel nach A O B kommen, und daſelbſt einen um den Pol P, in gleichem Abſtande gehenden Parallelkreis beſchreiben, deſſen Ebene mit a o b parallel liegt, und eigentlich die Grundfläche des geometriſchen Kegels A C B iſt. Der Scheitelpunct des Ortes a entfernt ſich demnach eigentlich bei der Umwälzung der Erde, auf A O B von dem Stern A von Weſten gegen Oſten, und ſo läßt es, als wenn dagegen letzterer auf eben dem Parallelkreiſe nach Weſten fortrückte. Eben ſo geht es mit allen übrigen, auf andern Parallelkreiſen liegenden Sternen, und von denen, die in der erweiterten Ebene des Aequators, oder des größten Kreiſes der ſich gegen Oſten umwälzenden Erdkugel ſtehen, iſt es noch leichter einzuſehen, daß ſie in dem Kreiſe des Aequators am Himmel nach Weſten fortzulaufen ſcheinen müſſen.

2) Der jährlich erſcheinende Umlauf der Sonne in der Ekliptik von Weſten gegen Oſten wird mit eben der Leichtigkeit durch einen jährlichen Umlauf der Erdkugel um die Sonne in der Ebene dieſes größten Kreiſes von Oſten nach Weſten erklärt. Es ſey nach Fig. 5 derſelben Tafel XXIII. die Sonne S in dem Mittelpunct der Erdbahn, und letztere in 12 Theile oder Zeichen abgetheilt, in deren jedem ſich die Erde einen Monat verweilt. Die Erdkugel bewegt ſich nun von a nach b c d oder von der linken gegen die rechte Hand um die Sonne, und ſo muß uns nothwendig die Sonne in einem bis an das Firmament hinaus erweiterten größten Kreis, den wir die Ekliptik nennen, und deſſen Ebene mit der Ebene der Erdbahn genau zuſammenfällt, weil der Mittelpunct der Erde und Sonne in derſelben liegt, nach der entgegengeſetzten Richtung am Himmel durch die hinter ihr liegenden Puncte fortzurücken ſcheinen. Iſt die Erde im ♑, ſo erſcheint die Sonne im ♋, kommt jene in den ♒, ſo rückt dieſe in den ♌ u. ſ. w., ſo daß alſo die Sonne allemal 6 Zeichen = 180° oder der Erde gerade gegenüber in der Ekliptik ſich zeigt. So ſcheint die ſtillſtehende Sonne, von der ſich bewegenden Erde aus betrachtet, nach und nach durch alle Zeichen der Ekliptik hindurch zu gehen * und jährlich einen in ſich ſelbſt wiederkehrenden größten Kreis am Firmament zu beſchreiben, indem die Erde nie aus der Ebene ihrer Bahn weicht.

* Die einander gegenüberſtehenden Zeichen ſind nach ihren Anfangspuncten gezählt:

♈	♉	♊	♋	♌	♍
O	I	II	III	IV	V
♎	♏	♐	♑	♒	♓
VI	VII	VIII	IX	X	XI

und eben dieſe Stellung haben auch die einzelnen Grade, Min. ꝛc. derſelben.

3) Der Unterſchied der Sternen- und Sonnentage wird aus der täglichen Umwälzung der Erde um ihre Axe, verbunden mit der Fortrückung derſelben in ihrer Bahn nach der 6. Figur ſehr begreiflich. Die Erde ſey heute in a und die Sonne S erſcheine mit dem Fixſtern E zugleich im Meridian des Ortes n. Nach einer einmaligen Umwälzung der Erdkugel ſey dieſelbe bis in c fortgerückt, ſo iſt der Punct n wieder in der mit n E parallel gehenden Linie n e nach dem nämlichen Fixſtern E (ſeiner unermeßlichen Entfernung wegen) gerichtet, der Stern ſteht folglich abermals im Meridian, und damit iſt ſein ſcheinbarer Umlauf, oder der Sternentag, geendiget. Weil aber inzwiſchen die Erde von a nach c gerückt iſt, ſo erſcheint die Sonne von dem Fixſtern E gegen Oſten nach M, und der Ort n muß durch die Umwälzung der Erdkugel noch von n nach o geführt werden, ehe die Sonne für ihn wieder in den Meridian kommt, und folglich der wahre Sonnentag verfloſſen iſt. Die Erde rückt täglich von a nach c um etwa 1° = dem Winkel a S c fort, demnach die Sonne um eben ſo viel von E nach M = dem Winkel E S M; daher beträgt der Unterſchied zwiſchen dem Sternentag oder der einmaligen Umwälzung der Erde und dem Sonnentag, oder der Wiederkehr der Sonne zum Meridian, ohngefähr 4 Minuten in Zeit*.

4) Die jährlichen Erſcheinungen an den Fixſternen ſind, wieder nach der 5. Figur, leicht vorzuſtellen. Diejenigen Fixſterne nämlich, welche, von dem jedesmaligen Orte der Erde in ihrer Bahn aus betrachtet, hinter der Sonne ſind, ſtehen bei Tage am Himmel, und ſind alſo nicht ſichtbar; die ſich an der linken oder Oſtſeite der Sonne zeigen, erſcheinen des Abends an der weſtlichen, und die an der rechten oder Weſtſeite derſelben ſtehen, des Morgens am öſtlichen Himmel; endlich die hinterhalb der Erde, alſo der Sonne gerade gegenüber, anzutreffen ſind, erſcheinen um die Mitternacht im Süden, und ſind alſo die ganze Nacht ſichtbar. Nur diejenigen Fixſterne, welche ſo weit über der Ebene der Ekliptik (des Papiers in der Figur) und des Aequators gegen die Pole ſtehen, daß ſie des Nachts, bei unſerer ſchiefen Lage der Himmelskugel, entweder beſtändig ſichtbar oder unſichtbar ſind, machen hievon Ausnahmen. Es ſey z. B. nach T hinaus, in einer gegen den Durchmeſſer der Erdbahn a c unermeßlichen Entfernung, der Fixſtern Aldebaran oder das ſüdliche Auge des Stiers. Iſt die Erde gegen Ende des Mai in a, ſo ſteht die Sonne mit dieſem Stern an einem Ort des Himmels, nämlich einige Grade in den ♊; er iſt folglich hinter dem Glanze der Sonne unſichtbar, und ſteht des Mittags mit der Sonne zugleich im Süden. Kommt die Erde in den ♑, die Sonne in den ♋, ſo fängt der Stern an, ſich rechter Hand bei der Sonne, demnach in der Morgendämmerung zu zeigen. Je weiter die Erde im ♒ bis ♓ fortrückt, je mehr ſcheint ſich die Sonne vom Aldebaran nach Oſten hin zu entfernen, er geht daher des Morgens immer eher vor der Sonne auf, und erreicht früher den Meridian. In b oder in den letzten Tagen des Auguſts geht die mit S T parallel laufende Linie b t nach dem Aldebaran, und da der Winkel S b t = 90° iſt, ſo erſcheint der Stern etwa 6 Stunden von der Sonne weſtwärts, und iſt des Morgens ohngefähr um 6 Uhr im Meridian. Kommt die Erde am Ende des November bis in c, ſo ſteht die Sonne im ♐, dem Aldebaran gerade gegenüber, und die Erde iſt zwiſchen der Sonne und dem Stern, dieſer muß alſo um Mitternacht in den Meridian gelangen. In d iſt am Ende des Februar der Winkel zwiſchen den zum Aldebaran und zur Sonne gezogenen Linien d t und d S abermal 90°, der Stern erſcheint etwa 6 Stunden oſtwärts von der Sonne, oder des Abends um 6 Uhr im Süden: läuft endlich die Erde von d bis a, ſo ſcheint ſich Aldebaran am weſtlichen Himmel

* Die Erdkugel muß demnach, um den Sonnentag vollſtändig zu haben, ſich täglich um etwa einen Grad mehr als 360 um ihre Axe wälzen, und dieß bringt nach Verfluß eines Jahrs eine ganze Umwälzung zuwege. Demnach dreht ſich die Erde in 365 Sonnentagen 366 mal um ihre Axe; d. h. ein Fixſtern hat 366 Umläufe gemacht.

nach und nach der Sonne wieder zu nähern, und wird, wenn ſie gegen den ♐ kömmt, und folglich die Sonne gegen ♊ erſcheint, hinter den Strahlen der Sonne in der Abenddämmerung unſichtbar. Da nun die Fixſterne jährlich (bis auf einige Secunden) ihren Ort behalten und die Erde in jedem Monat des Jahrs denſelben Lauf hat, ſo folgt, daß daß die Zeit der Sichtbar- oder Unſichtbarkeit dieſes oder jenen Fixſterns alle Jahr periodiſch wiederkehrt*.

5) Die der Erde zu ihrer größeren Bewohnbarkeit und Cultur gereichende Abwechſelung der Jahreszeiten entſteht nach der ſehr einfachen und zugleich ſinnreichen Erklärung des Copernicus blos daher, weil ihre Rotations-Axe mit der Ebene ihrer Laufbahn beſtändig einen Winkel von 66½° (= dem Complement der Schiefe der Ekliptik) macht, und zugleich in einer unveränderlichen Richtung von Süden nach Norden ſich auf ihrem ganzen Umlauf um die Sonne parallel erhält. Dieß macht die 7. Figur der Tafel XXIII. deutlich, welche die ſchräge gegen das Auge liegende, und alſo länglicht rund erſcheinende Erdbahn mit dem Ort der Erdkugel und der Stellung ihrer Axe gegen die Sonne S, für den Anfang der vier aſtronomiſchen Jahreszeiten abbildet**. Ns iſt die um 66½° gegen die Ebene ihrer Bahn geneigte und in allen Stellungen ſich parallel bleibende Erdaxe. N der Nord- und s der Südpol, a e der Aequator, n m der Krebs- und o r der Steinbockswendekreis; endlich d i der nördliche und t h der ſüdliche Polarkreis der Erde, auch ſind einige Meridiane der Erde angedeutet. Steht nun die Erde im ♋, ſo erſcheint die Sonne im ♑, und ihre Strahlen S o fallen auf den Steinbockswendekreis ſenkrecht, die Sonne ſcheint alsdann dieſen Kreis o r zu beſchreiben, und macht alſo für die nördlichen Länder den Anfang des Winters, und für die ſüdlichen den Anfang des Sommers. In k liegt etwa Deutſchland, deſſen Zenith aufwärts nach Z geht; und es iſt augenſcheinlich, daß die Sonne uns um dieſe Zeit weit vom Zenith, alſo tief nach Süden hinunter erſcheint. Die Länder zwiſchen dem nördlichen Polarkreis d i haben alsdann beſtändig Nacht, und die zwiſchem dem ſüdlichen t h beſtändig Tag, weil jene bei der Umdrehung der Erde in der dunkeln, und dieſe in der der Sonne zugewendeten oder erleuchteten Halbkugel bleiben. Kommt die Erde nach 3 Monaten in ♎, ſo erſcheint die Sonne im ♈, die Sonnenſtrahlen fallen ſenkrecht auf den Aequator a e, die Sonne ſcheint daher dieſen Kreis zu beſchreiben, und iſt folglich vom Nord- und Südpol gleich weit entfernt. Beide Pole werden von der Sonne erleuchtet, die Meridiane wie N a s e werden Erleuchtungsgrenzkreiſe, und indem ſich die Erde einmal umdrehet, hat ſie ihre ganze Oberfläche der Sonne zugewendet, daher überall auf derſelben Tag und Nacht gleich lang iſt, und in den nördlichen Ländern der Frühling, in den ſüdlichen aber der Herbſt angeht. Wenn die Erdkugel in den ♑ anlangt, ſo ſehen wir die Sonne im ♋, und dann iſt der Nordpol der Sonne zu-, der Südpol aber von derſelben abgewendet. Die Länder zwiſchen dem nördlichen Polarkreis i d haben beſtändig Tag, und die zwiſchen dem ſüdlichen h t beſtändig Nacht. Die Sonnenſtrahlen S m fallen auf m als den Krebswendekreis m n ſenkrecht, die Sonne ſcheint dieſen Kreis zu beſchreiben, und in den nördlichen Ländern geht daher der Sommer, in den ſüdlichen aber der Winter an. Nach Z geht der Scheitelpunct von dem etwa in k liegenden Deutſchlande, und es iſt leicht aus dem Winkel zwiſchen dieſer Verticallinie und S m zu beurtheilen, daß uns die Sonne alsdann hoch am Himmel erſcheinen müſſe. Im ♈ hat endlich die Erde die nämliche Lage wie

* Ich mache wiederholentlich darauf aufmerkſam, daß Linien, aus verſchiedenen Puncten der Erdbahn, mit der von der Sonne nach einem Fixſtern gehenden Linie parallel gezogen, der unermeßlich großen Entfernung dieſer Himmelskörper wegen, als einen und denſelben Stern treffend, anzunehmen ſind. Eben dieß gilt auch von den Graden, Minuten und Secunden der himmliſchen Kreiſe.

** Vergl. Parallelismus der Erdaxe, wo ich dieſen wichtigen Gegenſtand, für welchen ich hier nur andere Worte wähle, ſchon einmal behandelt habe.

in der ♎. Die Sonne erſcheint uns in der ♎ und wirft ihre Strahlen ſenkrecht auf den Aequator, ſo daß die Tag-Halbkugel der Erde bis zu beiden Polen erleuchtet iſt, und die Meridiane nacheinander Erleuchtungsgrenzkreiſe werden, folglich die ganze Erde in 24 Stunden das Sonnenlicht genießt (die Figur ſtellt die Erde dieſſeits der Sonne, und demnach ihre Nachtſeite vor), und Tag und Nacht auf derſelben abermals gleich lang ſeyn müſſen. In dieſer Stellung geht bei uns der Herbſt, in der ſüdlichen Halbkugel aber der Frühling an *.

6) Die periodiſche Lichtabwechſelung des Mondes in 29 Tagen wird nach der 1. Figur der Tafel XXIV. ſehr begreiflich. Der Mond iſt eine für ſich dunkle Kugel, die ihr Licht von der Sonne erhält, und allemal zur Hälfte von derſelben erleuchtet wird. Dieſe lichte Halbkugel des Mondes aber iſt in allen Gegenden ſeiner Bahn nicht gegen uns, ſondern gegen die Sonne gewendet. Es ſey a b c d die Mondbahn, in deren Mittelpunct T die Erde ſich befindet, und in S die Sonne: Steht nun der Mond in a, gerade zwiſchen Sonne und Erde, ſo zeigt er ſich mit der Sonne an einem Ort des Himmels, wendet ſeine dunkle Halbkugel völlig gegen uns, und dann iſt Neumond. Rückt der Mond von da in ſeiner Bahn gegen die linke Hand, ſo entfernt er ſich für uns wieder von der Sonne gegen Oſten, wird des Abends nach Sonnen-Untergang am weſtlichen Himmel ſichtbar, und fängt an, uns weſtwärts einen Theil ſeiner hellen Seite unter der Geſtalt einer ſchmalen Sichel zu zeigen. Am 4ten Tage nach dem neuen Lichte iſt er 45° oſtwärts von der Sonne, und ſeine Lichtgeſtalt wird immer breiter. Am 8ten Tage ſteht er in b 90° = STb von der Sonne, und kehrt uns genau die Hälfte ſeiner hellen Seite zu, erſcheint daher an der rechten, oder der der Sonne zugewendeten Seite, halb erleuchtet, und dieſe Stellung nennen wir das erſte Viertel. Nachher nimmt das Licht des Mondes noch immer mehr zu, unſere Figur 1 zeigt dieß für 135° Entfernung von der Sonne. Kommt endlich der Mond am 15ten Tage 180° von der Sonne oder derſelben in Anſehung der Erde gerade gegenüber in c, ſo ſcheint er die ganze Nacht, wendet der Nachtſeite der Erde ſeine erleuchtete Halbkugel völlig zu, und wir haben Voll-Mond. Von da nimmt er an Lichtgeſtalt wieder ab, je mehr ſeine Entfernung von der Sonne am Firmament, von Weſten gegen Oſten gerechnet, zunimmt. Die Figur zeigt dieß deutlich für 225° Abſtand. Sieben Tage nach dem Vollmond ſteht der Mond in d 270° oſtwärts oder noch 90° weſtwärts = STd von der Sonne, iſt abermal, und zwar nunmehr an der linken oder Oſtſeite, halb erleuchtet und im letzten Viertel. Nachher zeigt er ſich des Morgens am öſtlichen Himmel immer ſichelähnlicher erleuchtet, je mehr er ſich der Sonne nähert, welches die Figur für 315° zeigt, bis er 29 Tage nach dem letztern neuen Lichte abermal bei der Sonne erſcheint *. Der Zeitverfluß, vom Tage des Neumondes an gerechnet, heißt das Alter des Mondes.

Die Dauer der Wiederkehr des Mondes zur Sonne oder einer gleichen Lichtgeſtalt iſt 29½ Tage; zu dem nämlichen Fixſtern aber 27⅓ Tage. Jene heißt der ſynodiſche, und dieſe der periodiſche Umlauf des Mondes. Die Urſache dieſes Unterſchiedes zeigt gleichfalls die 1. Figur unſerer Tafel XXIV. Die Erde ſtehe in T, der Neumond in

* Wenn man eine kleine künſtliche Erdkugel um ein in der Mitte eines Kreiſes mit ihr in gleicher Höhe aufgeſtecktes Licht herumführt, und deren Axe unter dem gehörigen Winkel und in einer beſtändig parallelen Lage nach einer gewiſſen Gegend erhält, ſo läßt ſich die Gleichheit, Ab- und Zunahme der Tage in den nörd- und ſüdlichen Ländern, auch die halbjährige Nacht unter den Polen ſehr natürlich vorſtellen. Es gibt auch eine leicht auszudenkende Vorrichtung, die Lage der Erdaxe vermittelſt zweier Rollen von gleichem Durchmeſſer, über welche ein Faden geſpannt iſt, beſtändig parallel zu erhalten.

* In dieſer Figur hat das Verhältniß der Entfernung der Erde vom Monde und von der Sonne nicht vorgeſtellt werden können, man muß ſich die Weite TS etwa 400 mal größer als Ta gedenken.

a; ſo ſehen wir Sonne und Mond beiſammen in einem Punct des Thierkreiſes, dieß ſey der 6° ♉. Nach 27⅓ Tagen hat der Mond um unſere Erde ſeine Laufbahn oder 360°, und damit ſeinen periodiſchen Umlauf am Himmel vollendet, und erſcheint abermal im 6° ♉; die Erde iſt aber mittlerweile ſammt der Mondbahn in ihrer eigenen Bahn, vom Monde begleitet, bis in V gerückt. Hier ſehen wir den Mond in α auf der mit TS parallel gezogenen Linie Vα abermal im 6° ♉. Die Sonne erſcheint aber, aus V betrachtet, nach V h S. Der Mond muß demnach noch den Bogen α h durchlaufen, bis er wieder mit der Sonne an einem Ort des Himmels geſehen werden kann, und dieſer trägt etwa 27° aus, welchen der Mond beiläufig in 2 Tagen zurücklegt, und damit ſeinen ſynodiſchen Umlauf vollendet. Der Winkel an der Sonne TSV, oder der Bogen TV, den die Erde während einem periodiſchen Umlauf des Mondes zurückgelegt hat, iſt dem Winkel SVα, deſſen Maaß der Bogen der Mondbahn α h iſt, gleich, folglich liegt Vα mit TS parallel, und es iſt TV = α h, demnach hätte der Mond in α noch ſo viele Grade bis h von ſeiner Bahn zu beſchreiben, als die Erde von T bis V, wenn die Erde in V bliebe. Da aber inzwiſchen die Erde nach w rückt, und die Mondbahn mitnimmt, ſo wird auch T w dem Bogen der Mondbahn zwiſchen dem Endpuncte ſeines periodiſchen und ſynodiſchen Umlaufs ähnlich ſeyn.

7) Die Erſcheinungen an den Planeten laſſen ſich nach dem Copernicaniſchen Syſtem, zufolge der 8ten Fig. der Tafel XXIII., ſehr leicht erklären. Warum ſich Mercur nie über 28 und Venus nie über 48° von der Sonne entferne, weil nämlich ihre Bahnen von der Erdbahn eingeſchloſſen ſind. Daher auch dieſe der Sonne näher ſtehende Planeten untere; hingegen die außerhalb der Erdbahn ſich aufhaltenden, Mars, Juno, Ceres, Pallas, Veſta, u. ſ. w. Jupiter, Saturn, Uran u. ſ. w. obere genannt werden. Daß Mercur und Venus in Anſehung der Erde zuweilen jenſeits, ein andermal dieſſeits der Sonne ſtehen, und in jenem Stande ihre größte, in dieſem ihre geringſte Entfernung von der Erde haben, daher jene ihre obere und dieſe ihre untere Zuſammenkunft mit der Sonne heißt, wodurch ihre zu- und abnehmende ſcheinbare Größe begreiflich wird. Daß Mars, Veſta, Juno, Ceres, Pallas u. ſ. w., Jupiter, Saturn und Uran u. ſ. w. einmal mit der Sonne an einem Ort des Himmels, wie z. B. Mars in n, ein andermal 180° von derſelben entfernt oder in m erſcheinen können, und im erſten Fall ihren größten Abſtand von der Erde hinterhalb der Sonne haben, im zweiten aber, der Sonne gegenüber, uns viel näher kommen, woraus ſich gleichfalls ihre veränderliche ſcheinbare Größe erklären läßt.

8) Der den Alten unerklärbare, ungleiche Gang der Planeten, daß nämlich dieſelben bald geſchwinder, bald langſamer nach Oſten vorwärts rücken, dann zuweilen ſtille ſtehen, einen größern oder kleinern Bogen nach Weſten zurückweichen, abermals ſtille ſtehen und dann ihren Lauf nach Oſten wieder fortſetzen, iſt nach der Erklärung des wahren Sonnenſyſtems leicht einzuſehen. Wir beobachten die Bewegungen der Planeten nicht von dem Mittelpuncte ihrer Laufbahnen, nämlich der Sonne, ſondern von der Erde aus, die als ein Planet mit den übrigen gemeinſchaftlich, aber geſchwinder oder langſamer, nachdem jene entweder von der Sonne entfernter oder derſelben näher ſind, um die Sonne läuft. Daher können die Geſichtslinien von der Erde nach den Planeten bis an die ſcheinbare Himmelskugel oder die Firſterne hinaus verlängert, nicht anders, als bald mehr, bald weniger nach Oſten gehen, ſie müſſen aber auch zuweilen ſo wenig rechts als links, und dann ſogar nach Weſten oder rückwärts hin fallen, ſo wie nämlich die Erde und ein gewiſſer Planet entweder nach einer Gegend zugleich, oder nach der entgegengeſetzten, oder beide gerade gegeneinander anrücken ꝛc.

Dieß macht die 2te Figur der Tafel XXIV. für die untern Planeten deutlich. Es ſey in S die Sonne. Die zunächſt um dieſelbe verzeichnete Bahn dem Mercur zugehörig, in welcher dieſer Planet in 88 Tagen herumkömmt. Sie iſt deßwegen in 11 Theile, jeder zu 8 Tagen, eingetheilt. A C iſt ein Bogen

der Erdbahn, welcher gleichfalls in 88 Tagen zurückgelegt wird, auf eben die Art abgetheilt. H L ein Bogen der ſcheinbaren Himmelskugel oder des Thierkreiſes. Steht nun die Erde in A und ☿ in m, ſo iſt er hinter der Sonne und in ſeiner obern ☌ mit derſelben, auch von der Erde am weiteſten entfernt und erſcheint mit der Sonne an einem Ort des Himmels nach A S m o hinaus. Die Erde rückt von A nach 1, 2, 3, 4, und ☿ inzwiſchen durch eben ſo bezeichnete Puncte ſeiner Bahn; kömmt immer weiter hinterhalb der Sonne nach Oſten herum, kann alſo des Abends am weſtlichen Himmel ſichtbar werden, und die Geſichtslinien von der Erde zum ☿ zeigen am Firmament ein ſchnelles Fortrücken deſſelben gegen Oſten an. In 5 wird dieſe Bewegung ſchon langſamer, da ☿ anfängt, ſich gegen die Erde zu bewegen. Zwiſchen 5 und 6 ſcheint er eine Weile ſtille zu ſtehen, indem er ohngefähr ſeinen größten Abſtand von der Sonne links für uns erreicht und gerade gegen die Erde rückt, wobei folglich die Geſichtslinie ſo wenig oſt- als weſtwärts fallen kann. In 6 aber fällt ſie ſchon rückwärts, in 7 noch mehr, ſo daß alſo ☿, indem er in den gegen die Erde liegenden Theil ſeiner Bahn kömmt, rückwärts nach Weſten zu gehen und ſich der Sonne wieder zu nähern ſcheint. Zwiſchen 7 und 8 ſteht, wenn die Erde in B kömmt, ☿ in n gerade zwiſchen uns und der Sonne in ſeiner untern ☌ und iſt der Erde am nächſten. Sein Zurückgehen nach Weſten wird alsdann am ſtärkſten bemerkt. In 8 und 9 ſcheint ſich ☿ noch weiter gegen Weſten zu bewegen und ſich von der Sonne zu entfernen, wobei er des Morgens am öſtlichen Himmel ſichtbar werden kann. Etwas über 9 hat er ſeinen größten weſtlichen Abſtand von der Sonne für uns erreicht, und hört auf zurückzugehen, indem er ſich wieder in gerader Richtung von der Erde entfernt. In 10 und 11 erſcheint der Lauf des ☿ wieder vorwärts nach Oſten.

Für die *obern Planeten* zeigt eben dieß die 3te Figur, der Tafel XXIV., in welcher der zunächſt um die Sonne beſchriebene Kreis die Erdbahn iſt. a b ſey ein Theil der Jupitersbahn und n m des Fixſternenhimmels oder Thierkreiſes. Die Erdbahn iſt in 12 Theile eingetheilt, deren jeden die Erde in einem Monat durchläuft. Inzwiſchen nun, da ſie ihren ganzen Umlauf vollendet, rückt Jupiter etwa von o bis 12 in ſeiner Bahn fort. Steht nun die Erde in o und ♃ gleichfalls in o, ſo ſehen wir dieſen Planeten in ☌ mit der Sonne, und er iſt hinterhalb derſelben am weiteſten von uns entfernt. Rückt die Erde von o nach 1, 2, 3 und ♃ durch eben ſo bezeichnete Puncte in ſeiner Bahn, ſo fallen die Geſichtslinien am Firmament hinaus nach Oſten, und ♃ ſcheint (wie er wirklich läuft, nur geſchwinder) dahin und alſo vorwärts zu gehen. Kommt die Erde gegen 5, ſo wird die Bewegung des ♃ nach Oſten langſamer, und er hört auf ſich dahin zu bewegen, weil die Erde alsdann in gerader Richtung gegen die Jupitersbahn rückt. In 6 fällt ſchon die Geſichtslinie gegen Weſten, und ♃ ſcheint dorthin, und alſo rückwärts zu gehen. Zwiſchen 6 und 7 kommt die Erde in d, wo der Planet folglich in ☍ oder 180° von der Sonne entfernt iſt, und hier iſt die Erde zwiſchen dem Jupiter und der Sonne, erſterm am nächſten gekommen; die Geſichtslinien nach ihm hinaus fallen am ſtärkſten weſtwärts, allein zwiſchen 8 und 9 hört dieſe Bewegung auf, da die Erde ſich wieder gerade vom ♃ ab in ihrer Bahn bewegt. In 9 fällt die Geſichtslinie wieder vorwärts nach Oſten, und die Fortrückung des ♃ dahin wird in 10, 11 und 12 immer merklicher. Steht die Erde in o dieſſeits und ♃ jenſeits der Sonne, ſo kann dieſer Planet von uns nicht geſehen werden. Kommt die Erde in 1, 2, ſo wird ♃ des Morgens am öſtlichen Himmel ſichtbar. In 3, ſo ſteht er des Morgens um 6 Uhr im Meridian. Zwiſchen 6 und 7 zeigt er ſich die ganze Nacht, und kömmt um Mitternacht in Süden. Iſt die Erde zwiſchen 9 und 10, ſo erreicht ♃ bereits des Abends um 6 Uhr den Meridian. In 11 und 12, ſo zeigt er ſich des Abends am weſtlichen Himmel, und kömmt die Erde etwa bis 1, ſo iſt der Planet abermal hinter der Sonne.

9) Die *abwechſelnden Lichtgeſtalten*, welche die *Planeten*, durch Fernröhre betrachtet, zeigen, ſind endlich nach der 2ten und 3ten Figur

der Tafel XXIV. leicht zu erklären. Wenn nach der erſtern die Erde in A und ☿ in *m* in der obern ☌ mit der Sonne iſt, ſo wendet er ſeine erleuchtete Halbkugel völlig gegen uns. Rückt er hinterhalb der Sonne nach Oſten herum, ſo kömmt an der Oſtſeite ein Theil ſeiner dunkeln Halbkugel zum Vorſchein. In 3 iſt dieſes ſchon merklich. In der Gegend um 5, wo ☿ ſeinen größten Abſtand von der Sonne nach Oſten erreicht, erſcheint er auf der Erde weſtlich nur halb erleuchtet. In 6 iſt ſeine Lichtfigur ſichelförmig und in *n* kehrt er zur Zeit ſeiner untern ☌ mit der Sonne ſeine dunkle Halbkugel völlig gegen uns. Nachher erhält er für uns wieder Licht. Gegen 9 iſt er des Morgens noch ſichelähnlich, und weiter hin, da, wo er ſeinen größten weſtlichen Abſtand von der Sonne erhält, abermal, aber nun öſtlich, halb erleuchtet. In 11 nimmt ſeine Lichtsgeſtalt noch mehr zu, bis er wieder in ☌ hinter der Sonne uns ſeine erleuchtete Seite völlig zeigt. Eben dieß gilt vornemlich bei der Venus, deren Lichtabwechſelungen ſich ſchon durch mittelmäßige Fernröhre bemerken laſſen. Die obern Planeten zeigen uns in ☌ und ☍ mit der Sonne ihre erleuchteten Halbkugeln völlig, aber nicht, wenn ſie uns 90° von derſelben zu ſtehen ſcheinen. Beim Mars ſehen wir in dieſen Stellungen ſeine Scheibe nicht völlig rund. Nach Fig. 3. ſey die Erde in 2, ſo zeigt ſich ♂ in N, in ☌ und in O in ☍ im vollen Lichte. In A aber, wenn er des Abends um 6 Uhr culminirt, kömmt an der Oſt- und in M, wenn eben dieß des Morgens um 6 Uhr geſchieht, an der Weſtſeite ein Theil ſeiner dunkeln Halbkugel bei uns zu Geſicht. Bei den entferntern Planeten hingegen iſt dieſe Lichtabwechſelung unmerklich. Dieſe Erſcheinungen beweiſen nun unwiderſprechlich, daß die Planeten für ſich dunkle Kugeln ſind, die ihr Licht eben ſo wie die Erde von der Sonne erhalten.

Auf die Erklärung dieſer neun (vornehmſten) aſtronomiſchen Erſcheinungen nach dem Copernicaniſchen Syſteme beſchränke ich mich hier, wobei ich zur Verſinnlichung natürlich nur die gewöhnlichen platten Figuren habe beibringen können. Denjenigen Leſern, welche dieſe Verſinnlichung verſtärken wollen, empfehle ich die Anwendung ſolcher nach unſerm Syſteme eingerichteten Planetenmaſchinen (Machinae planetariae, Planétaires), die man gewöhnlich mit dem Engliſchen Namen *„Orrery“* * belegt, und unter demſelben jetzt in allen Buch- und Kunſthandlungen, namentlich bei Schropp in Berlin, im Weimar'ſchen Induſtrie-Comptoir u. ſ. w. findet. Der häufige, geſchickte, mit dem, wie ich beſonders zur Pflicht mache, gehörigen Nachdenken verbundene Gebrauch ſolcher „Or'rery's“ wird Ihnen die innigſte Ueberzeugung von der Richtigkeit der vorgetragenen Copernicaniſchen Erklärungen immer mehr gleichſam aufzwingen, und Sie von der völligen Unhaltbarkeit ſelbſt der vermeint ſtärkſten (welche ich beſonders hervorhebe)

Einwürfe gegen die Copernikaniſche Weltordnung,

wie ich ſie doch noch mit einigen Worten beleuchten muß, überzeugen helfen.

Die Beweiſe des Ariſtoteles, daß die Erde im Mittelpuncte ſtehe, welche Copernicus (De revol. I. c. 7—9.) widerlegt, gründen ſich meiſtens auf willkührlich angenommene Sätze, z. B. daß alles Schwere nach dem Mittelpuncte des Ganzen falle, alles Leichte nach dem Umfange ſtrebe, daß alle himmliſche Körper kreisförmige, alle irdiſche geradlinige Bewegungen zeigen, daher die Erde keiner Kreisbewegung fähig ſey. In des Copernicus Beantwortung finden ſich ſogar ſchon Spuren des Begriffs von der allgemeinen Schwere.

* Das Wort könnte Anſtand geben; ich finde indeß in meinen Notizen, daß daſſelbe nach dem Namen eines Engliſchen Liebhabers der Aſtronomie aus dem vorigen Jahrhunderte gebildet ſey, welcher zuerſt eine ſolche Maſchine erdacht haben ſoll. Eine andere Verſion bezeichnet noch beſtimmter den Engliſchen Grafen Orrery, zwar nicht als Erfinder, aber als denjenigen, dem das Modell vom eigentlichen Erfinder zugeeignet worden. Endlich ſieht daſſelbe aber auch einer Abkürzung von „Orbitery“ ähnlich.

Ptolemäus führt im Almageſt den Umſtand, daß wir ſtets eine völlige Hälfte des Himmels über dem Horizonte ſehen, und daß von entgegengeſetzten Stellen der Sphäre die eine in eben dem Augenblicke aufgeht, in welchem die andere untergeht, als einen Beweis an, daß die Erde in der Mitte des Ganzen ſtehe. Man hatte ſchon dem Ariſtarch von Samos dieſen Einwurf gemacht, welcher ſehr richtig antwortete, die Erdbahn verhalte ſich zum Abſtande der Fixſterne, wie der Mittelpunct einer Kugel zu ihrem Halbmeſſer (ſ. *Archimedis* Arenarius, in *Jo. Wallisii* Opp. Tom. III. p. 514.), d. h. die ganze Erdbahn ſey gegen dieſen Abſtand unendlich klein, oder als ein Punct anzuſehen. Eben dieſes führt Copernicus in einem eignen Capitel (cap. 6.) aus. Der Einwurf iſt freilich nicht unwichtig, und läuft eigentlich auf den gänzlichen Mangel aller Parallaxe der Fixſterne hinaus: denn, was die Planeten betrifft, ſo iſt allerdings der ſcheinbare Horizont über den wahren um die Horizontalparallaxe erhoben, und theilt den Himmel in der That in ungleiche Hälften, ſ. Parallaxe. Man hat dieſe Einwendung unter mehrern Geſtalten vorgebracht; die Antwort iſt aber immer dieſelbe, daß der Abſtand der Fixſterne unermeßlich und die ganze Erdkugel dagegen nur als ein Punct zu betrachten ſey. Dieſe unermeßliche Weite der Fixſterne iſt ein weſentlicher Theil der Copernicaniſchen Weltordnung und aller Erklärungen in derſelben. Ohne ſie würde die parallel bleibende Weltaxe nicht immer einerlei Stelle am Himmel treffen, ſondern jährlich einen kleinen Kreis beſchreiben, welches man an den Stellungen der Sterne gegen den Pol bemerken müßte. Horrebow, Profeſſor der Aſtronomie zu Kopenhagen, um 1700, glaubte zwar, ſo etwas wirklich zu finden, und dadurch den Copernicus auf eine andere Art zu vertheidigen: dieß hielt nun zwar die Prüfung nicht aus, gab aber doch Anlaß zu einer andern weit ſiegreichern Beſtätigung dieſes Syſtems (ſ. Parallaxe der Erdbahn, und Abirrung des Lichtes).

Tycho fragt nun zwar, wozu die Verſchwendung ſo ungeheurer Räume dienen ſolle? Allein erſtens füllen die Kometenbahnen einen Theil davon aus, ſ. Kometen, und dann muß man nur nicht das zum Maßſtabe nehmen, was wir auf Erden groß nennen. Was iſt denn der Menſch, der mit ſeinem Fünkchen Vernunft auf einem Puncte des Ganzen kriecht, und ſeine Maße aus Anſchauung eines Fußes zuſammenſetzt? Wie darf ein ſolcher Staub dem Schöpfer vorſchreiben, was zu groß ſey, weil es für ihn unermeßlich iſt? Wie mag er ſich unterwinden, dem Unendlichen und Unbeſchränkten irgend eine Grenze für ſeine Schöpfung zu ziehen? Vielleicht mußten wegen der allgemeinen Schwere die Entfernungen ſo groß ſeyn, wenn die Planeten nicht merklich nach den Fixſternen gravitiren, und die Syſteme einander nicht ſtören ſollten, über welche unvermeidliche „Raumaufopferung“, Behufs der Erhaltung des Ganzen, ich mich ſchon im Anhangsartikel Architektonik des Himmels, S. 1025 des 1. Bandes unſeres Werkes ſo ausführlich geäußert habe.

Ein anderer Einwurf gegen die Umdrehung der Erde iſt daher genommen, daß man unter frei ſchwebenden, fallenden oder geworfenen Körpern in der Luft kein Fortrücken des Fußbodens von Abend gegen Morgen bemerkt. Eine auf der Abendſeite eines Thurms (S. Fall, zu Schluſſe) herabgelaſſene Kugel fällt dicht an des Thurmes Fuße nieder, obgleich dieſer während des Falles durch die Erdumdrehung weit gegen Morgen gerückt ſeyn müßte. Das läßt ſich auf mancherlei Art einkleiden, z. B. den Vögeln in der Luft würde die tägliche Umdrehung ihre Neſter entführen; Kugeln, von Abend gegen Morgen abgeſchoſſen, würden über einerlei Stelle des Fußbodens bleiben, wenn ſich dieſer eben ſo ſchnell, als ſie, gegen Morgen bewegte u. ſ. w. Ptolemäus und Tycho wendeten dieſes ein, und von den 77 Argumenten, mit welchem Riccioli die Bewegung der Erde beſtreitet, läßt ſich ein großer Theil auf dieſen einzigen Gedanken zurückführen, den übrigens Buchanan, Schottiſcher Dichter und Hiſtoriker, † 1582. (De sphaera, Lib. I.) mit ſehr viel dichteriſcher Schönheit ausgeſchmückt hat.

Aber ſchon Ptolemäus ſelbſt, Copernicus (L. I. c. 8.) und Kepler antworten hierauf, wenn ſich die Erde drehe, ſo

drehe ſie ſich mit allem, was ihr zugehöre, und die in der Luft ſchwebenden Körper ſetzen während des Falles oder Fortgangs dieſe ihnen einmal eingedrückte Bewegung zugleich mit fort, welches nicht verſtattet, den Boden in Abſicht ihrer als fortgeführt zu betrachten. Wenn man auf einem Schiffe, das mit vollen Segeln geht, Kegel oder Billard ſpielt, ſo bleibt der Stoß nach jeder Richtung in gleicher Wirkung; ein Stein, von der Spitze des Maſtbaums herabgelaſſen, fällt dicht am Fuße nieder; denn die Bewegung des Schiffs iſt allen darauf befindlichen Körpern ſo mitgetheilt, daß unter ihnen Alles ſo erfolget, als ob ſie in Ruhe wären, weil ſie gegen einander in Ruhe ſind. Nur der Anſtoß an fremde Gegenſtände kann die Bewegung des Schiffs bemerklich machen. Eben ſo iſt es mit den Körpern auf der Erde, denen die Umdrehungsbewegung vom Anbeginn mitgetheilt iſt. Wir kennen keine Kraft, welche dieſe eingedrückte Bewegung vernichten könnte, und jeder Anſtoß an fremde Dinge fällt bei der Erde, die ſich mit dem Luftkreiſe zugleich dreht, gänzlich hinweg. Nur das Fortrücken der Geſtirne allein kann uns von dieſer Umdrehung belehren, ſo wie man die Bewegung eines ohne Schüttern und Schwanken fortgehenden Schiffs blos durch das Entgegenkommen der Ufer und Küſten bemerkt.

Da Einige behauptet hatten, die Körper bewegten ſich auf ſchnell ſegelnden Schiffen anders, als ſonſt, welches auch Tycho in den Briefen an **Rothmann**, Aſtronom des Landgrafen Wilhelm IV. von Heſſen, um 1580, verſichert, ſo fand Gaſſendi (ſ. vorn) nöthig, im Hafen von Marſeille Verſuche hierüber anzuſtellen, die völlig für den Copernicus ausfielen, und in ſeiner oben angeführten Schrift „De motu impresso a motore translato“ beſchrieben ſind.

Tycho's übrige Einwendungen ſind zum Theil ſehr ſchwach. Daß man ſich nicht vorſtellen könne, aller zwölf Stunden den Kopf unterwärts zu kehren, daß die Erde eine grobe, plumpe, zu einer dreifachen Bewegung ungeſchickte Maſſe ſey, daß die Schwungkraft alles zerſtreuen würde — ſind Gedanken, die ſich durch richtige Begriffe von dem, was oben und unten zu nennen iſt (ſ. Gegenfüßler), durch die erwieſene Bewegung anderer noch größerer Maſſen, durch das Hinwegfallen der dritten Bewegung, und durch die geringe Größe der Schwungkraft, welche ſelbſt unter dem Aequator nur $^1/_{289}$ der Schwere beträgt, gar bald widerlegen.

Endlich glaubte Tycho in dem ſcheinbaren Laufe der Kometen keine Spur einer Veränderung des Standorts durch die Bewegung der Erde zu finden. Es ward aber die wahre Beſchaffenheit des Kometenlaufs faſt hundert Jahre ſpäter erſt entdeckt, und ſeitdem iſt es zuverläßig ausgemacht, daß der ſcheinbare Ort der Kometen allerdings durch den Stand der Erde in ihrer Bahn verändert werde.

Riccioli (Almag. nov. To. II.) hält unter 77 Gründen wider die Bewegung der Erde folgenden für den ſtärkſten. Die Räume fallender Körper würden ſich bei ruhender Erde von jeder Secunde zur andern, wie 1, 3, 5, 7 ꝛc. verhalten. Drehte ſich aber die Erde in jeder Secunde gleich weit, ſo würden ſie ſich in Diagonalen von Parallelogrammen verwandeln, deren horizontale Seiten gleich, die vertikalen im Verhältniſſe der vorigen Zahlen wären. Es läßt ſich zeigen, daß dieſe Diagonalen in ganz andern Verhältniſſen ſtehen, und wenn die Umdrehung ſchnell wäre, faſt gleich ſeyn müßten. Daher müßte des fallenden Körpers abſolute Bewegung faſt gleichförmig ſeyn, und er müßte eine horizontale Fläche mit gleicher Kraft ſtoßen, ohne Unterſchied, ob er von einer großen oder geringen Höhe herabgefallen wäre. Riccioli nennt dieß eine mathematiſch evidente Widerlegung. Allein er hat vergeſſen, daß die Kraft des Stoßes zugleich vom Winkel abhängt, und deßwegen die Diagonalen wieder in die beiden Seiten zerlegt werden müſſen, von welchen nur die verticalen allein die Wirkung des Stoßes ausdrücken. Dieſe verticalen Seiten aber ſind die Fallräume, welche wie 1, 3, 5, 7 wachſen. Die horizontalen Seiten fallen ganz hinweg, weil der Fortgang durch die Erdumdrehung dem fallenden Körper mit dem Boden gemeinſchaftlich iſt. Mithin iſt dieſes ganze Argument blos eine neue Einkleidung der auf die Fortſchiebung des Bodens gegründeten Zweifel.

Die Zeugniſſe der heiligen Schrift, welche Tycho und Riccioli ſo ernſthaft

entgegenſtellen, ſtehen Joſua 10, 13; Pſalm 92, 1; Pſalm 103, 5; Pred. Salomo 1, 5; Jeſaia 34, 8; Richter 5, 20; drittes Buch Eſra 4, 38. Man erkennt leicht darin theils die Sprache des gemeinen Lebens, theils den dichteriſchen Ausdruck der Sänger und Propheten. Es iſt ein ſeltſamer Eifer, auf ihrem buchſtäblichen Verſtande zu beſtehen. Nach ſolchen Regeln der Auslegung müßte man auch Pfeiler des Himmels und eine zeltähnliche Ausſpannung deſſelben annehmen. Selbſt *Newton* würde, wie *Joſua*, ſagen: *Sonne (nicht Erde) ſtehe ſtill**, welcher ganze Ausdruck überhaupt nur den lebhaften Wunſch bezeichnen ſoll, die Dauer der Schlacht zu verlängern. Inzwiſchen war dieß gerade der Standpunct, aus welchem auch Unwiſſende gegen die *Copernicaner* fechten, und ſicher ſeyn konnten, Eindruck auf die Menge zu machen. Jetzt iſt wohl die Zeit dieſer Verblendung größtentheils vorüber. Selbſt zu Rom hat man die Schriften der Copernicaner in dem Verzeichniſſe der verbotenen Bücher geſtrichen, und *Montücla* ſagt in der von uns mehrfach citirten „Histoire des mathématiques" irgendwo ausdrücklich: „um erwieſene geometriſche und aſtronomiſche Wahrheiten, der buchſtäblichen Schriftauslegung wegen, zu verdammen, müſſe man den Wahlſpruch Beati pauperi spiritu gewählt haben, und nicht bedenken, daß, wie ſich *Kepler* ausdrückt, ein Hobel, den man in das Eiſen treibt, dadurch ſelbſt zum Holzſchneiden untüchtig werde."

Auf dieſe Einwürfe gegen das *Copernicaniſche* „*Weltſyſtem*", als die, wie geſagt, hauptſächlichſten, ſchränke ich mich, unſerem Vorſatze gemäß, alſo ein; und ich dürfte mir auch eigentlich ſchmeicheln, ſie ſchon durch die gleich hinzugefügten Erwiderungen vollkommen entkräftet zu haben. Für ſolche Leſer, welchen gleichwohl noch Zweifel bleiben, kann ich nur ein längeres eigenes Nachdenken und die empfohlne wiederholte Modell-Anwendung vorſchlagen. Denn in einer Sache wie dieſe, gibt es, wie ich deßwegen gleich Eingangs ſo ſorgfältig bevorwortet habe, ihrer Natur nach allerdings keine directe und mathematiſche Demonſtration, *welche alle Gedenkbarkeit eines andern Verhältniſſes der Vorgangs-Verbindungen ausſchlöße*; und die *Copernicaniſche Weltordnung* erſcheint (vergl. wieder vorn) unter *dieſem* Geſichtspuncte in der That nur als eine Hypotheſe. Allein wir haben uns auch ſchon bei früheren aſtronomiſchen Veranlaſſungen darüber vereinigen müſſen, einer Hypotheſe unter der Bedingung ihrer Erklärungszureichendheit für ſchlechterdings alle, und alle, auch die kleinſten, betreffenden Umſtände, den Rang eines *wiſſenſchaftlichen Syſtems* einzuräumen; und da dieſe Bedingung, wie nun hier ſo ſtreng nachgewieſen iſt, von den *Copernicaniſchen* Erklärungen, und zwar zugleich mit der edelſten Simplicität erfüllt wird, ſo gebührt ihnen, und zwar im höchſten Sinne des Wortes, der *Syſtemsrang*; — und nachdem ich denſelben ſolchergeſtalt für ſie nochmals feſtgeſtellt habe, laſſe ich nunmehr endlich noch die verheißne, in der vorn bezeichneten Erweiterung, auch nur auf ſie begründete

Tabellariſche Ueberſicht der Größen und Bewegungen der Hauptplaneten †

folgen.

Anmerk. Die Elemente der älteren Planeten gelten für 1800, Jan. 1. 0^h m. Par. Z., der vier Planetoiden für 1831, Juli 23. 0^h m. Berl. Z. Die *fünf neuerlichſt* entdeckten reſp. Planeten und Planetoiden: *Neptun*, *Aſträa*, *Hebe*, *Iris* und *Flora* haben hier noch nicht Aufnahme finden können; und ich verweiſe ihretwegen auf die Art. *Planeten*, *Planetoiden* und *Veſta*.

* Vergl. Bd. I. unſeres Werkes, S. 436, wo nur durch einen überſehenen Druckfehler „336" ſteht.

† Ich gebe ſie nach *Hanſen*, dem jetzigen Director der Sternwarte *Seeberg* bei Gotha, aus *Schumacher's* „Jahrbuch für 1837"; und ich unterſtütze ſie *zeichnend* durch die Abbildung Tafel XXV., welche ſich noch, darüber hinaus, auch auf die *Kometen* und manches andere Detail erſtreckt, und vielen Leſern zur Betrachtung und Vergleichung *ſehr* willkommen ſeyn wird.

Mittlere Entfernungen von der Sonne.

Merkur	0,3870938.
Venus	0,7233317.
Erde	1,0000000.
Mars	1,523691.
Veſta	2,36148.
Juno	2,66946.
Ceres	2,77091.
Pallas	2,77263.
Jupiter	5,202767.
Saturn	9,538850.
Uranus	19,18239.

Sideriſche und ſynodiſche Umlaufszeiten.

Merkur	87,^{d} 96928	115,^{d} 88.
Venus	224, 70078	583, 92.
Erde	365, 25637	— —
Mars	686, 97964	779, 98.
Veſta	1325, 485	504, 21.
Juno	1593, 067	473, 92.
Ceres	1684, 735	466, 38.
Pallas	1686, 305	466, 26.
Jupiter	4332, 58480	398, 90.
Saturn	10759, 21981	378, 10.
Uranus	30686, 82055	369, 67.

Mittlere Längen und mittlere tägliche Bewegungen.

Merkur	112° 16′ 4,″8	4° 5′ 32,″6.
Venus	146 44 55, 8	1 36 7, 8.
Erde	100 53 29′ 9	59 8, 3.
Mars	233 5 33, 9	31 26, 7.
Veſta	84 47 3, 2	16 17, 9.
Juno	74 39 43, 6	13 33, 7.
Ceres	307 3 25, 6	12 49, 4.
Pallas	290 38 11, 8	12 48, 7.
Jupiter	81 54 48, 6	4 59′ 3.
Saturn	123 6 29, 3	2 0, 6.
Uranus	173 30 37, 2	42, 4.

Excentricitäten und Länge der Perihelien.

Merkur	0,2056163	74° 20′ 5,″8.
Venus	0,00686182	123 43 6.
Erde	0,01679226	99 30 28, 6.
Mars	0,0932168	332 22 51, 2.
Veſta	0,088560	249 11 37, 0.
Juno	0,255560	54 17 12, 7.
Ceres	0,0767378	147 41 23, 5.
Pallas	0,241998	121 5 0, 5.
Jupiter	0,0481621	11 7 38.
Saturn	0,0561505	89 8 20.
Uranus	0,0466108	167 30 24.

Größte Mittelpunctsgleichungen.

Merkur	23° 40′ 43,″0.
Venus	47 10, 8.
Erde	1 55 27, 6.
Mars	10 41 33, 3.
Veſta	10 9 26, 7.
Juno	29 30 42, 4.
Ceres	8 47 58, 2.
Pallas	27 55 22, 2.
Jupiter	5 31 13, 6.
Saturn	6 26 12, 1.
Uranus	5 20 32′ 8.

Neigungen und Knotenlängen auf der Ekliptik.

Merkur . .	7° 0′ 5,″9	. 45° 57′ 9″.
Venus . .	3 23 28, 5	. 74 51 41.
Erde . . .	0 0 0	. 0 0 0
Mars . . .	1 51 6, 2	. 47 59 38.
Veſta . . .	7 7 57, 3	. 103 20 28, 0.
Juno . . .	13 2 10, 0	. 170 52 34, 5.
Ceres . . .	10 36 55, 7	. 80 53 49, 7.
Pallas . .	34 35 49, 1	. 172 38 29, 8.
Jupiter . .	1 18 51, 6	. 98 25 45.
Saturn . .	2 29 35, 9	. 111 56 7.
Uranus . .	0 46 28, 0	. 72 59 21.

Neigungen und Knotenlängen auf dem Aequator.

Merkur . .	28° 45′ 8″	. 10° 29′ 40″.
Venus . .	24 33 21	. 7 53 56.
Erde . . .	23 27 54,8	. 0 0 0.
Mars . . .	24 44 24	. 3 17 20.
Veſta . . .	22 50 16	. 18 8 12.
Juno . . .	10 47 0	. 11 1 17.
Ceres . . .	27 7 40	. 23 30 40.
Pallas . .	11 40 17	. 158 55 54.
Jupiter . .	23 18 28	. 3 17 12.
Saturn . .	22 38 44	. 6 0 59.
Uranus . .	23 41 24	. 1 51 12.

	Scheinbarer Durchm.	Wahrer Durchm.	Körperlicher Inhalt.	Maſſe.
Merkur	6,″7	0,391	0,060	$1/2025810$.
Venus	16, 9	0,985	0,957	$1/401847$.
Erde		1,000	1,000	$1/354936$.
Mars	5, 8	0,519	0,140	$1/2680337$.
Jupiter	38, 4	11,225	1414,2	$1/1053924$.
Saturn	17, 1	9,022	734,8	$1/35002$.
Uranus	3, 9	4,344	82,0	$1/17918$.
Sonne	32′ 1, 8	112,06	1407124,0	1.
Mond	31′ 7, 0	0,264	0,018	$1/354936 \times 87{,}73$.

	Dichtigkeit.	Schwerkraft.	Licht u. Wärme.	Umdrehungszeit.
Merkur	2,94	1,15	6,67	1 Tag 0^{h} 5′
Venus	0,923	0,91	1,91	0 — 23 21
Erde	1,000	1,00	1,00	0 — 23 56 4″
Mars	0,948	0,50	0,43	1 — 0 37 20
Jupiter	0,238	2,45	0,037	0 — 9 55 27
Saturn	0,138	1,09	0,011	0 — 10 29 17
Uranus	0,242	1,05	0,003	— — — — —
Sonne	0,252	28,36	—	25 — 12
Mond	0,619	0,163	1,00	27 — 7 43 12

Nach dieſer ſorgfältigen, durch die voranſtehende tabellariſche Zuſammenſtellung alſo vervollſtändigten Darſtellung der verſchiedenen „Weltſyſteme“, bleibt mir, indem auch der hiſtoriſche Geſichtspunct dabei bereits feſtgehalten worden iſt, nur noch die Beibringung literariſcher Notizen für Leſer übrig, die gleichwohl in ein größeres Detail einzugehen wünſchen. Solchen Leſern empfehle ich beſonders Lalande, welcher unſern Gegenſtand in ſeiner viel citirten „Astronomie“ (zweite Auflage), §. 1070 sqq. „*Du système de Copernic*“, mit großer Ausführlichkeit und gewohnter Klarheit behandelt. Montücla ferner, in der auch ſchon citirten, „Histoire des mathématiques“, namentlich im 1ſten Bande, kommt mehrfach darauf zurück. Unter dem analytiſchen Geſichtspuncte hebe ich die „Théorie analytique du *système du monde* par Pontécoulant (nur die beiden erſten Bände, da in den bloß numeriſchen Entwicklungen der folgenden Bände Ungenauigkeiten vorkommen, auf welche ich ſchon in meinen früheren Anführungen dieſes Werkes hätte aufmerkſam machen ſollen) hervor. — Copernicus Werk ſelbſt: „De orbium coelestium revolutionibus libri VI.“ Norimb. apud Petreium. 1553. Fol. iſt bereits im Laufe des Vortrages mit gebührendem Reſpekte angeführt. Für die tabellariſche Ueberſicht endlich aber findet ſich Ausführlicheres, als ich nach meinem Plane bieten konnte, beigebracht in des würdigen Hofpredigers Dr. Germar's „Sechs Tafeln zur Erleichterung der Himmelskunde“. Lpzg. Voß. 1846. gr. 4. (deren ich ſchon in Sternkarten, S. 536 ehrende Erwähnung gethan habe), mit begleitendem Texte in 8., wo beſonders auch die Erläuterungen S. 84, S. 171 und 183 flgd. befriedigen werden. — Und mit dieſer Verweiſung beſchließe ich denn endlich den langen und ſchwierigen Artikel „Weltſyſtem“.

Wendekreiſe, Wendecirkel; Tropici; *Tropiques* (τροπικος). Dieſen Namen führen an der Himmels- und an der Erdkugel zwei kleinere Kreiſe, welche mit dem Aequator parallel laufen, und von demſelben um das Maß der Schiefe der Ekliptik (vergl. d. A.), oder um etwann 23½° abſtehen. Auf Tafel XXIV., Fig. 4. (welche zugleich zu mehreren Zwecken benützt worden iſt, daher ſich die Leſer durch die andern darauf vorkommenden Buchſtaben nicht irren laſſen dürfen), ſtellen FG und JK die „Wendekreiſe“ an der Himmelskugel, fg und ik an der Erdkugel vor. Da ſie, angegebenermaßen, dem Aequator parallel ſind, ſo gehören ſie am Himmel zu den Tagkreiſen, auf der Erde zu den Parallelkreiſen (ſ. auch dieſe beiden A. A.); und alle ihre Puncte ſtehen von den Polen um 66½° (dem Complement der obigen 23½°) ab.

Am Himmel berührt die Ekliptik FK, deren äußerſte Puncte vom Aequator ebenfalls um das Maß der Schiefe entfernt ſind, den einen Wendekreis in F, den andern in K, alſo in zwei einander diametral gegenüber liegenden Puncten. Dieſe Puncte bilden die Puncte der Sonnenwenden (ebenfalls eigener Artikel), oder die Anfangspuncte der Zeichen des Krebſes und Steinbocks, von welchen der nördliche Wendekreis (FG) der Wendekreis des Krebſes (Tropicus cancri; *Tropique du Cancer*), der ſüdliche (JK) der Wendekreis des Steinbocks (Tropicus Capricorni; *Tropique du Capricorne*) heißt. An den Tagen der Sonnenwen-

den kömmt die Sonne in jene Puncte F und K; und da ſich daſelbſt ihr Abſtand vom Aequator (ihre Abweichung) nur ſehr langſam ändert, ſo wird ſie durch die tägliche Bewegung im Wendekreiſe ſelbſt umher geführt; und dieſe Kreiſe ſind daher die Tagkreiſe der Sonne an den Tagen der Sonnenwenden. Sie begreifen zwiſchen ſich die Zone des Himmels FGKJ, innerhalb welcher die Sonne beſtändig anzutreffen iſt.

Auf der Erdkugel ſchließen die beiden „Wendekreiſe“ die heiße Zone zwiſchen ſich ein und begrenzen (ſ. Erdſtriche) die gemäßigten. Der Wendekreis des Krebſes (fg) geht durch den oberſten, breiteſten Theil von Afrika, Egypten, das rothe Meer, das wüſte Arabien, durch Indien, den ſüdlichen Theil von China und Neuſeeland, über das ſtille Meer, durchſchneidet Amerika in Mexico, und läuft durch die Antillen und den Atlantiſchen Ocean bis wieder an Afrika: dieſe Orte ſehen die Sonne am 21. Juni jeden Jahres durch ihren Scheitel gehen. Der Wendekreis des Steinbocks dagegen durchzieht Afrika im Lande der Hottentotten, geht über Madagascar im Indiſchen Meere weit unterhalb Aſien hinweg, durch Neuholland in die Südſee, ſchneidet Amerika in Paraguay und an der ſüdlichen Spitze von Braſilien, und läuft ſüdlich von der Inſel St. Helena wieder bis an Afrika; — und allen dieſen Orten kömmt die Sonne daher am 21. December in den Scheitel.

Nimmt man auf die in der Schiefe der Ekliptik (vergl. nochmals d. A.) vorgehenden Veränderungen Rückſicht, ſo muß man natürlich auch die Stelle der Wendekreiſe und die Größe der heißen Zone als veränderlich betrachten; bei der Geringfügigkeit dieſer Veränderung aber abſtrahirt die Erdbeſchreibung davon.

Nach dieſer Entwicklung, wie die Sache gewöhnlich vorgetragen wird, kann man ſich aber vom eigentlichen Sinne des Begriffes der „Wendekreiſe“ in der Art eine vielleicht noch anſchaulichere Vorſtellung machen, daß man den Jahreslauf der Sonne im „ſchiefen Kreiſe“ der Ekliptik (S. 295.) verfolgt. Nachdem die Sonne nämlich am Tage unſeres Frühlings-Aequinoctiums (21. März, den wir zum Anfangspuncte wählen wollen) mit der verbundenen Tagesbewegung den Aequator beſchrieben hat, erhebt ſie ſich nunmehr in einer Spirale, um die angegebenen $23\frac{1}{2}°$ gegen den Nordpol, kommt demſelben aber hiernach, mit ſolchen Tagkreiſen, nur bis auf die Grenze von $(90-23\frac{1}{2}°=)\ 66\frac{1}{2}°$ nahe, und macht daſelbſt (21. Juni) alſo den einen Grenzkreis (nördlichen Grenz-Schraubengang) der Spirale, nämlich den „Wendekreis“ des Krebſes (läuft in dieſer Art dort über die Erdoberfläche hinweg), um nun, auf gleiche Weiſe, dieſelbe Spirale zum Aequator hinab rückwärts zurückzulegen, welchen ſie am Herbſtäquinoctium (23. September) wieder erreicht. Von hieraus ſteigt die Sonne in einer, der erſteren entgegengeſetzten, aber ſonſt ganz gleichen Spirale von Tagkreiſen, zum Südpole (wir würden wieder ſagen „hinab“), welchem ſie ſich am 21. December auch bis auf $66\frac{1}{2}°$ ($23\frac{1}{2}°$ Abſtand vom Aequator, „Abweichung“) nahet, und nun dort den andern Grenzkreis der Spirale (ſüdlichen Grenz-Schraubengang): den „Wendekreis“ des Steinbocks, beſchreibt (in dieſer ſüdlichen Entfernung vom Aequator mit ihrer Tagesbewegung den Erdball umläuft). Und indem ſie ſich ſodann gleichergeſtalt neuerdings zu jenem Kreiſe des Aequators zurückwendet, und im ſelbigen an dem von uns zum Anfangstage gewählten 21. März neuerdings eintrifft, hat ſie ſomit ihren, zwiſchen den dadurch bezeichneten „Wendekreiſen“ eingegrenzten Jahreslauf vollendet, und beginnt einen neuen ſolchen Jahreslauf.

Dieſe Art von Darſtellung der Entſtehung der „Wendekreiſe“ durch unmittelbaren Bezug auf den Sonnenlauf gibt mir aber zugleich die gewünſchte Gelegenheit zur Aufklärung über einen betreffenden Zweifel, welcher bei dieſer Veranlaſſung öfter aufgeworfen wird, und, ſoviel ich weiß, noch nirgend recht befriedigend beantwortet worden iſt.

Indem ſich die Sonne nämlich, nachgewieſenermaßen, am 21. December vom ſüdlichen „Wendekreiſe,“ um dabei, als Beiſpiel ſtehen zu bleiben, zum Ae-

quator zurückwendet, wird auch ihre ſüdliche Abweichung tag-täglich kleiner, und ihre Tagbögen müſſen alſo für unſere Sphäre zunehmen: ſie muß für uns von da an täglich früher auf- und ſpäter untergehen. Gleichwohl finden meine Leſer in Ihrem Kalender (ich wähle gleich den letzten von 1847) den Aufgang für den 21. December auf 8h 11′, und für den 23. December, 2 Tage nachher, und wo derſelbe demnach bereits eher erfolgen ſollte, auf 8h 12′, alſo vielmehr 1′ ſpäter angeſetzt und ſo auch noch eine Zeitlang fernerhin. Wie kann es damit zugehen?

Dieß kömmt daher, daß der Kalender nach mittlerer (gewöhnlicher Uhrzeit) rechnet, daher ſich die Gleichung der Zeit (vergl. d. A.) einmiſcht. In wahrer (durch eine Sonnen-Uhr angegebener) Zeit geht die Sonne am 23. December wirklich, wenn auch wenig, doch immer etwas früher als am 21. auf; wenn nun aber die Zeitgleichung (der Unterſchied zwiſchen mittlerer und wahrer Zeit) indeß um 1 Minute zugenommen hat, ſo erfolgt der Aufgang, nach ſolcher mittleren Zeit gerechnet, natürlich auch um dieſe, ſeinem früheren Momente hinzutretende 1 Minute ſpäter. Die Zeitgleichung (jener Unterſchied zwiſchen mittlerer und wahrer Zeit) iſt, gemäß den Tafeln, am 21. December 11h 58′—12h = —2′, am 23. December aber nur noch 11h 59′—12h = —1′, und hat alſo um 1′ zugenommen (nämlich wenn aus minus 2, minus 1 wird, ſo iſt dieſe Abnahme des *minus* als eine Zunahme zu betrachten). Trat die wahre Sonne daher am 21. December ſchon um 11h 58′ mittlerer Zeit in den Meridian, ſo erreicht ſie denſelben dagegen am 23. December erſt um 11h 59′, alſo 1′ ſolcher Zeit ſpäter; und eben ſo iſt es mit dem Eintritte in den Horizont, d. h. mit dem hier betrachteten Aufgange: war derſelbe am 21. December um 8h 11′ mittlerer Zeit erfolgt, ſo muß die, dieſe Zeit einhaltende Uhr, beim Sonnen-Aufgange des 23. December ſchon 8h 12′, alſo die in Rede ſtehende 1 Minute mehr zeigen; die Sonne geht, mit Bezug auf die vom Kalender gebrauchte Uhrzeit, am 23. December 1 Minute ſpäter, als am vorherigen 21. December auf, obwohl in der Wirklichkeit jener Aufgang des 23. December (nach wahrer, d. h. Sonnenuhr-Zeit), wie geſagt, allerdings etwas früher als der Aufgang des 21. December fällt. Aehnlich verhält es ſich aber mit den übrigen betreffenden Anomalien im Kalender, welche die Leſer nach dieſer Erklärung nun ſelbſt behandeln können, wobei Sie nur die jedesmaligen Zeichen der Zeitgleichung wohl beachten müſſen.

Auf dieſe Löſung eines, hierbei aufſtoßenden Zweifels, bin ich alſo letztlich noch durch die „Wendekreiſe“ geführt worden, über welche ich den Vortrag damit beſchließe.

Weſt, Weſten, Weſtpunct, ſ. Abendpunct, als ganz gleichbedeutenden Ausdruck.

Widderpunct, ſ. Frühlingspunct, als nur anderes Wort für die nämliche Sache.

Widerſtand der Mittel; Resistentia mediorum s. fluidorum: *Résistance des milieux.* Feſte Körper, welche ſich in einer flüßigen Materie, z. B. Waſſer, oder namentlich Luft, worauf ich dieſe Betrachtung unter unſerm aſtronomiſchen Geſichtspuncte zu beſchränken habe, bewegen, müſſen in jedem Augenblicke einen Theil ihrer Geſchwindigkeit einbüßen, weil ſie nicht fortgehen können, ohne die in ihrem Wege liegenden trägen Theilchen des flüſſigen Mittels aus der Stelle zu treiben. Es widerfährt ihnen alſo eben das, was geſchehen würde, wenn eine Kraft nach entgegengeſetzter Richtung ihre Bewegung hinderte; und man ſtellt ſich daher eine ſolche hindernde Kraft vor, und nennt dieſelbe den „Widerſtand der Mittel.“

An einen ſolchen „Widerſtand“ denkt man bei dieſer Erklärung zunächſt gleich rückſichtlich der Bahnbewegung der Geſtirne: Planeten, Kometen u. ſ. w. im Himmelsraume. Wie mehr und mehr ſich z. B. die uns umgebende Luft, auf welche ich namentlich kommen

wollte, bei weiterer Entfernung von der Erde auch ſchon verdünnt hat, ſo kann man ſich doch eine Scheide, wo es nun fernerhin ſchlechterdings gar keine weitere Verdünnung, alſo auch gar keine ſelbſt höchſt verdünnte Luft mehr gebe, nicht wohl vorſtellen; man denkt ſich im Gegentheile die den Erdball (oder vielmehr jeden Planeten, jedes Geſtirn) concentriſch umringende, mit ihm rotirende Lufthülle als ein jenſeits dieſer Grenze der Mitbewegung noch weiter verdünntes, die Räume, welche die Himmelskörper von einander trennen, erfüllendes Medium; — und hat dieſe „höchſt verdünnte Luft", dieſes feinſte Medium, welches alle Geſtirne alſo bei ihrer Bahnbewegung durch den Himmelsraum, im beſondern aber die Planeten und Kometen bei ihrem Laufe um die Sonne zu durchſchneiden haben, Aether (vergl. d. Art.) oder Himmelsluft genannt.

Von der außerordentlichen Feinheit dieſes Mediums, dieſes „Aethers", belehrt uns die Erfahrung: der Lauf der Planeten wird, wie (vergl. unten) Beobachtung und Rechnung unwiderleglich zeigen, dadurch in keinerlei Weiſe beeinträchtiget; der „Widerſtand des Mittels" dieſes Aethers auf die Bewegung der Planeten durch denſelben hin iſt vollkommen unmerklich. Nicht ganz in demſelben Maße darf dieß von den Kometen, als viel Stoff-lockereren, vielleicht bloß Wolken-artigen Geſtirnen behauptet werden: man ſieht leicht ein, daß ein dieſerartiger Weltkörper auch von einem ſehr ätheriſchen, zu durchſchneidenden Mittel einen Widerſtand erfahren kann, welcher dagegen für die dichte und feſte Planetenkugel gar nicht in Betracht kömmt. Einen ſolchen Widerſtand aber angenommen, ſo thut (Kometen, S. 957) die Analyſis dar, daß ſich, als Folge davon, eine Beſchleunigung der mittleren Geſchwindigkeit, d. h. eine Verkürzung der großen Axe der Bahn-Ellipſe, zeigen muß. Nun iſt (Himmelsmechanik, S. 777) erwieſen, daß, worauf ich hier zurückkommen wollte, die großen Axen der Planetenbahnen ſchlechterdings keinen dauernden, ſondern höchſtens periodiſchen Veränderungen unterworfen ſind, und daß alſo eine ſtete Verkürzung dieſer Axen, wie ſie in Gemäßheit des, ſeiner Natur nach, ſtetigen Aetherwiderſtandes, eintreten würde, und demnach für Planeten auch kein ſolcher Widerſtand Statt findet; die Dauer der mittleren planetariſchen Umlaufszeiten hat ſich, wie ich vielfach und namentlich ſchon B. I, S. 85 unſeres Werkes, hervorgehoben habe, ſeit den älteſten Zeiten der Sternkunde bis auf den heutigen Tag als durchaus unveränderlich bewährt.

Für die Kometen hat ein ähnlicher Nachweis, wegen der Seltenheit ſolcher Geſtirne von bekannter Umlaufszeit, und den zu ſtarken Störungsungleichheiten ihres Laufes faſt unüberwindliche Schwierigkeiten: man hat ſonſt, der angeführten Wahrſcheinlichkeit des Gegentheils ohnerachtet, auch ihre Unabhängigkeit vom Aetherwiderſtande angenommen; und nur erſt unſer großer Berliner Aſtronom Encke iſt dahin gelangt, bei dem, nach Ihm der „Encke'ſche" benannten Kometen (ſ. wieder d. A. S. 957) einen dergleichen „Widerſtand" glaublich zu machen. Dieß heißt: Bei dem Encke'ſchen Kometen bleibt, wenn alle übrigen Störungen berechnet ſind, eine davon unabhängige ſtete Laufbeſchleunigung, alſo eine (langſame) ſtete Verkürzung der großen Axe dieſer elliptiſchen Kometenbahn um die Sonne übrig, welche nicht wohl anders als durch den Widerſtand erklärt werden kann, den dieſer ſehr kleine und ſchwache Komet bei ſeiner Durchſchneidung des Aethers während der Bewegung um die Sonne erfährt; — eine Hypotheſe, welche ich jedoch noch nicht als ſchlechterdings über alle Einwendung erhaben betrachten möchte*, daher ich die Betrachtung für jetzt auch mit der bloßen Andeutung abbreche, und das Abwarten des Reſultates weiterer Beobachtungen empfehle.

Unter einem zweiten aſtronomiſchen Geſichtspuncte aber ſcheint der Einfluß eines „Widerſtandes des Mittels"

* Auch finde ich, wenn ich ſonſt Nichts überſehen habe, dieſes „Aether-Widerſtandes" in Pontécoulant's Berechnung der Störungen, welche der Encke'ſche Komet erleidet, „Théorie du système du monde". II. 177 flgd. nicht erwähnt.

bei den Schwingungen des für unſere Wiſſenſchaft ſo wichtigen Pendels in Betracht zu kommen, indem dieſe Schwingungen doch in der dabei von der Stange und Linſe des Pendels zu durchſchneidenden Luft, und nicht in einem ſolchen luftleeren Raum erfolgen, wie (Pendel, S. 278) die Theorie dafür poſtulirt. Indeß hat man ſeit Newton ziemlich allgemein angenommen und (vgl. wieder Pendel, S. 289) auch erfahrungsgemäß beſtätiget gefunden, daß dieſer Widerſtand der Luft den Iſochronismus der Pendelſchwingungen, worauf bei dieſem Werkzeuge doch eigentlich Alles ankömmt, wenig beeinträchtiget. Ich laſſe mich daher auch auf die delicaten Verſuche, welche namentlich der verewigte Königsberger Aſtronom Beſſel in ſeinen „Unterſuchungeu über die Länge des einfachen Secundenpendels". Berlin. 1828. 4. darüber anſtellt, hier nicht weiter ein; — und beſchließe den Vortrag über „Widerſtand der Mittel", in ſeiner bloß populären Geſtalt lieber damit, daß ich Leſern, welche ein tieferes, beſonders analytiſches Eingehen verlangen, den weitläuftigen uud überaus gelehrten, vom Wiener Aſtronomen Littrow gearbeiteten Artikel „Widerſtand" in der mehrfach citirten zweiten Ausgabe von Gehler's Phyſikaliſchem Wrtrb. empfehle.

Wiederholungskreis, ſ. Multiplicationskreis, als ein nur verſchiedenes Wort für ganz dieſelbe Sache.

Wind; Ventus; *Vent.* Die Bewegung der Luft im Luftkreiſe. — Die Betrachtung dieſer Luftbewegungen, dieſer „Winde", in der beſtimmten irdiſchen Atmoſphäre gehört auch in die ſpecielle Meteorologie unſeres Planeten, in welcher ſie einen bedeutenden Raum einnimmt. Unter unſerm aſtronomiſchen Geſichtspuncte habe ich nur daran zu erinnern, daß das Vorkommen der „Winde" nicht auf den Planeten Erde eingeſchränkt iſt, ſondern, wie ſich aus Gründern der Analogie auch gleich annehmen läßt, nicht weniger auf den übrigen Weltkörpern unſeres Syſtems, wohl auch anderer Syſteme, Statt hat. Andeutungen darüber habe ich namentlich in den Artikeln Jupiter, S. 829, Mars, S. 78 gegeben, und verweiſe um ſo lieber dahin, als ſolchergeſtalt eine Aehnlichkeit zwiſchen unſerm und den ferneren Planeten mehr nachgewieſen wird, welcher Umſtand in unſerm ganzen Werke immer mit beſonderer Vorliebe ausgezeichnet worden iſt.

Von der beſondern, unter dem Namen der Paſſatwinde bekannten Art von Oſt-„Winden", welche beſtändig auf dem Weltmeere des Planeten Erde zwiſchen den Wendekreiſen wehen, und eigentlich aſtronomiſchen Urſprunges ſind, iſt in jenem ſpeciellen Artikel, auf welchen ich, um Wiederholungen zu vermeiden, verweiſen muß, ausführlich die Rede.

Windroſe, Schiffsroſe; Rosa nautarum; *Rose des vents,* Cadran des vents. Dieſen Namen gibt man einem, Fig. 8. der Tafel XXII. verzeichneten, zum Compaß (wo S. 194 dieſerwegen hierher verwieſen iſt) gehörigen, meiſtens aus Pappe verfertigten Sterne von 8, 16 oder 32 gleich langen Spitzen, die den Umfang des Kreiſes, in welchem ſie ſich endigen, in eben ſo viele gleiche Theile theilen, und durch ihre Richtung die Lage der Weltgegenden (ſ. d. A.) bezeichnen. Gewöhnlich wird diejenige Spitze des Sterns, welche den Nordpunct angeben ſoll, durch eine Lilie oder ein anderes Merkmal (die Leſer, welche doch meiſtens einen Compaß auf Ihrem Tiſche haben, ſehen es vor ſich) unterſchieden, zu jeder der übrigen aber der (abgekürzte) Name der zugehörigen Weltgegend geſetzt. Wenn alsdann die nördliche Spitze entweder auf einer Mittagslinie, oder vermittelſt der Magnetnadel, nach dem wahren Mitternachtspuncte gekehrt wird *, ſo zeigen die übrigen

* Dieß Letztere kann freilich nur mit Hilfe der Kenntniß der Abweichung der Nadel geſchehen: dieſe Abweichung betrage z. B., wie es jetzt für meine Gegend etwann der Fall iſt, 20 Grad weſtlich; ſo muß die nördliche Spitze (ihr Nord-Ende) alſo dagegen 20° öſtlich (rechts des nach Norden ſchauenden Operateurs) gerichtet werden. — Ich ſpreche (vergl. oben das Folgende) von einem gewöhnlichen Compaß.

Spitzen, gleichwie mit ihnen parallel gelegte Lineale, nach den verſchiedenen Weltgegenden, und laſſen ſomit eine jede derſelben leicht beſtimmen.

Bei den Bouſſolen (Compaſſen), welche auf dem Lande gebraucht werden ſollen, wird die „Windroſe", wie es meine Leſer auch wieder auf Ihrem Compaß, den ich noch immer vor Ihnen ſtehend annehme, befinden, auf die innere Grundfläche des Gehäuſes gezeichnet, und die Magnetnadel auf einen im Mittelpuncte ſenkrecht ſtehenden Stift darüber geſetzt. Am See-Compaß aber (wieder Compaß, S. 194) beſteht die „Windroſe" aus zwei kreisrunden Scheiben von Pappe, zwiſchen welche die Magnetnadel durch die Mitte dergeſtalt eingelegt wird, daß ihr Nordpol dem Nordpole der Roſe correſpondirt. Dieſe ganze Scheibe bekömmt im Centrum ein Hütchen, mit welchem ſie auf einem Stifte im Boden des Gehäuſes frei aufliegt, und ſich demnach mit der Nadel um denſelben drehet. So zeigt ſie, wie man gleich einſieht, durch ihre Richtung die magnetiſchen Weltgegenden, welche von den wahren nur um die, als bekannt vorausgeſetzte, Abweichung verſchieden ſind.

Auch auf die Land- und Seecharten werden „Windroſen" gezeichnet, deren nördliche Spitzen ſich, der Richtung der Mittagslinie gemäß, nach der Gegend des Nordpols hin kehren. Auf denjenigen Seecharten, welche (Landcharte, S. 40) die Meridiane ſämmtlich als gerade und parallele Linien darſtellen (Charten mit wachſenden Breiten, oder Mercator's-Charten), laſſen ſich überall „Windroſen" anbringen, deren gleichnamige Spitzen auch ſämmtlich mit einander parallel laufen (indem z. B. die Nordſpitzen zweier aufgezeichneten Windroſen, als beide den parallelen Meridianen parallel, dieß natürlich auch unter ſich ſind, wogegen auf den gewöhnlichen Charten, gleichwie auf dem Globus, die Meridiane nach den Polen zu mehr oder weniger auffallend convergiren); man verlängert die Richtungen dieſer Spitzen über die ganze Fläche der Charten, und erhält dadurch die große Bequemlichkeit, daß man überall gleich ſehen kann, mit welcher von denſelben die Linie zwiſchen jeden zwei Orten parallel läuft, d. h. (vergl. wieder l. c.) nach welcher Weltgegend man den Lauf des Schiffes u dirigiren hat, um von dem einen dieſer Orte zum andern zu gelangen, und welches den wichtigſten praktiſchen Vortheil der „Windroſen" abgibt.

Winkel, optiſcher ſoviel als Sehewinkel, ſ. letzteren Artikel.

Winkelgeſchwindigkeit im Gegenſatze der linearen, ſ. Geſchwindigkeit, S. 669, wo dieſer Gegenſatz durch das Beiſpiel des Planeten Mercur aufgeklärt wird, indem derſelbe die 360 Grade um den Mittel- (Kraft-) Punct ſeiner Bahn in 88 Tagen, und alſo täglich ($^{360}/_{88}$ etwann) 4 Grade (Winkelgrade) zurücklegt, welches ſeine „Winkelgeſchwindigkeit" abgibt, wogegen ſeine „lineare" Geſchwindigkeit täglich 560000 Meilen beträgt, weil nämlich der ganze Bahnumfang Mercurs (360°) = 50000000 Meilen, und 1 Grad alſo = $\frac{50000000}{360}$ = 140000 Meilen hält, demgemäß die tägliche „Winkelgeſchwindigkeit" der 4 Grade einer täglichen linearen Geſchwindigkeit dieſes Planeten von (4. 140000 =) 560000 Meilen gleich kömmt.

Winter; Hiems; *Hiver*. Eine der vier Jahreszeiten, die zwiſchen Herbſt und Frühling fällt, vom kürzeſten Tage, an welchem die Sonne die geringſte Mittagshöhe (den größten Scheitelabſtand) hat, ihren Anfang nimmt, und mit der Frühlingsnachtgleiche endiget. Für die nördliche gemäßigte* Zone unſeres Planeten hebt der „Winter" mit dem (ſcheinbaren) Eintritte der Sonne in den Steinbock (dem wirklichen der Erde in den Krebs) am 21. December an, und ſchließt am 21. März, wenn die Sonne im Wid-

* Ich muß mich, bei dieſen Beſtimmungen auf die „gemäßigten" Zonen beſchränken, da namentlich für die Polarzonen ein ganz anderes Verhältniß eintritt, und die obige Zeitangabe, wie wir hinten, wo ich hierauf zurückkomme, näher ſehen werden, nicht auf ſie paßt.

der erſcheint (und die Erde alſo in der Wage ſteht) *.

In der ſüdlichen „gemäßigten“ Zone iſt der Tag am kürzeſten und die Sonne ſteht Mittags am niedrigſten, zur Zeit ihres Eintrittes in den Krebs; hier fängt alſo der Winter mit dem kürzeſten Tage des 21. Juni an, und endiget mit der Nachtgleiche des 23. Sept.

Für die Orte der heißen Zone gibt es alljährlich zwei Tage, an welchen die Sonne den dort möglichen größten Scheitelabſtand, den nördlichen oder ſüdlichen erreicht, nämlich die beiden Solſtitialtage des 21. Juni und 21. December; und man könnte dieſer Zone alſo, ſoweit, unſerer Definition gemäß, der gedachte größte Abſtand Winters Anfang beſtimmt, eigentlich auch zwei „Winter“ beilegen. Allein der Begriff gilt (vergl. Sommer, S. 410) natürlich von Gegenden nicht, für welche Winter in unſerm Sinne überhaupt nicht Statt hat.

Eben ſo wenig findet unſere Erklärung Anwendung auf die kalten Zonen, auf welche ich hier zurückkommen wollte. Schon an der Grenze derſelben, unter den Polarkreiſen, geht die Sonne am kürzeſten Tage gar nicht mehr auf: die Nacht nimmt dann die vollen 24 Stunden ein; und man kann alſo für dieſe Gegenden, wieder in unſerm Sinne, von einem „kürzeſten Tage, als Wintersanfange“, eigentlich gar nicht ſprechen **. Weiter nach den Polen hin nimmt die Dauer beſtändiger Nacht natürlich noch immer mehr zu; und unter den Polen ſelbſt (Sphaera parallela) währt dieſe „beſtändige Nacht“ (ſ. d. A. S. 204) und, wenn man den Winter darauf beziehen will, der beſtändige Winter (die Zeit vom Eintritte der Sonne in den Aequator bis zur Sonnenwende, und von dieſer zurück bis zu jenem) volle 6 Monate. Die gegebene Erklärung von „Winter“ hat überdieß nur aſtronomiſche Bedeutung; im gemeinen Leben, wo man die Benennung der Jahreszeiten nicht ſo ſtreng vom Sonnenſtande abhängig macht, wird unter „Winter“ überhaupt die Zeit verſtanden, zu welcher die Tage am kürzeſten ſind und die Vegetation durch die Kälte unterbrochen wird.

Beſchränkt man ſich auf die obige aſtronomiſche Beſtimmung der Winterlänge (der Zeit von der Sonnenwende bis zur Nachtgleiche) für die nördliche und ſüdliche gemäßigte Zone, oder für die nördliche und ſüdliche Halbkugel überhaupt, abſehend von beſondern Standpuncten auf denſelben; ſo findet man vom 21. December bis 21. März (beiderſeits einſchließlich) 11 + 31 + 28 + 21 = . . 91 Tage,
vom 21. Juni bis 23. September aber 10 + 31 + 31 + 23 = ... 95 –,
demnach ſich der Winter der ſüdlichen gemäßigten Zone 4 Tage länger als der nördlichen ergibt. Den Grund davon habe ich ſehr ausführlich im Art. Sommer entwickelt: der Planet Erde befindet ſich, wenn in unſern (den nördlichen) Ländern (auf der nördlichen Halbkugel) Winter iſt, in ſeiner elliptiſchen Bahn um die Sonne in der Sonnennähe, wo der planetariſche Lauf ſchneller geſchieht, als in der andern Bahnhälfte, welcher dagegen der Winter der Süd-Halbkugel entſpricht.

Für den Nachbarplaneten der Erde, den Mars, hat, um nun ſchließlich auch eine planetariſche Analogie beizubringen, aus demſelben Grunde Aehnliches, nur wegen der größeren Länge des Marsjahres überhaupt, auch in einem größeren Maße, Statt: der „Winter“ der ſüdlichen Halbkugel des Mars währt (vergl. den Art. S. 76) 181,
der nördlichen bloß . 147 dortiger,
von den unſrigen wenig verſchiedener Tage, ſo daß der Unterſchied . . . . . . 34 ſolcher

* Vergl. wegen dieſes Gegenſatzes Ekliptik, S. 298, wo derſelbe ſehr ſinnlich aufgeklärt wird.

** Wollte man dieß gleichwohl, ſo würde Wintersanfang alſo für den nördlichen Polarkreis, als Grenze der nördlichen gemäßigten Zone, wie für dieſe, auf den 21. December, für noch nördlicher gelegene Puncte immer früher, und für den Nordpol ſelbſt ſchon auf den 23. September, als den Tag des Eintrittes der halbjährigen Nacht für dieſen Pol, fallen.

Marstage beträgt, welcher Umſtand auch (l. c. S. 77) durch die Wahrnehmung mehrerer Ausdehnung von Schnee und Eis um den Mars-Südpol im Winter der entſprechenden Halbkugel vortrefflich beſtätiget wird. — Auf andere Planeten läßt ſich dieſe Beobachtung nicht ausdehnen: die weiteren oberen ſind zu entfernt von der Erde, die unteren zu Sonnen-nah, um Winterſpuren zu zeigen.

Winterpunct (vergl. alsbald Sommerpunct); Punctum solstitii hiberni; *Solstice d'hiver*. Derjenige Punct der Ekliptik, in welchem die Sonne bei ihrem ſcheinbaren jährlichen Umlaufe um unſern Planeten die größte, und zwar wenn von der nördlichen Halbkugel der Erde die Rede iſt, die größte ſüdliche, und bei Beziehung auf die ſüdliche dagegen die größte nördliche Abweichung erreicht. Erſteres geſchieht um* den 21. December, als den Anfangstag unſeres (der Bewohner der nördlichen gemäßigten Zone) Winters (ſ. dieſen unmittelbar vorangehenden Art.). In dieſem Puncte ſteht die Sonne vom Nordpole am weiteſten (vergl. unten, $90 + 23\frac{1}{2} = 113\frac{1}{2}^\circ$) ab, hat alsdann für uns die geringſte Mittagshöhe (den größten Scheitelabſtand), und macht uns den kürzeſten Tag und die längſte Nacht. Man ſieht ſelbigen Punct noch jetzt als den Anfang vom Zeichen des Steinbocks an, obſchon das Sternbild des Steinbocks, wie in jenem Artikel Zeichen ausführlicher nachgewieſen werden wird, dieſen Ort längſt verlaſſen hat, und der „Winterpunct" jetzt in das Sternbild des Schützen, etwann vor deſſen Bogen, fällt. Dieſer (unſer) Winterpunct iſt vom Frühlingspuncte, dem Durchſchnitts- oder gemeinſchaftlichen Anfangspuncte der Ekliptik und des Aequators, 270° öſtlich (90° weſtlich) entfernt, daher ſeine Länge ſowohl als ſeine gerade Aufſteigung dieſe 270° oder 9 Zeichen, beträgt; ſeine Abweichung aber iſt wie geſagt, ſüdlich, und der Schiefe der Ekliptik (eigener Artikel) von $23\frac{1}{2}^\circ$ gleich (woher die obigen $90^\circ + 23\frac{1}{2}^\circ = 113\frac{1}{2}^\circ$ kommen). Durch ihn geht, mit dem Aequator parallel, der Wendekreis (ſ. auch dieſen Artikel) des Steinbocks.

Bezieht man ſich aber bei dieſer Betrachtung vielmehr auf die entgegengeſetzte ſüdliche Halbkugel, ſo gibt für dieſelbe unſer Sommerpunct natürlich den Winterpunct ab, aus welchem Grunde ich auch ſchon Eingangs die Vergleichung jenes Artikels empfohlen habe. Der Winter dieſer ſüdlichen Halbkugel (ihrer gemäßigten Zone, denn für höhere dortige Breiten paßt, wie im Winter gezeigt worden iſt, die Zeitbeſtimmung nicht mehr), hebt demnach beim Eintritte der Sonne in unſeren „Sommer"- als ihren „Winterpunct", d. h. den 21. Juni an; und dieſer „Winterpunct" der ſüdlichen Halbkugel trifft demgemäß mit dem Anfangspuncte des Zeichens (nicht — vergl. oben — des Sternbildes) des Krebſes zuſammen, und fällt auch in den Wendekreis des Krebſes, welcher, parallel mit dem Aequator, und im nämlichen Abſtande der $23\frac{1}{2}$ (der Schiefe der Ekliptik) durch denſelben geht.

Winterſonnenwende, ſ. Sonnenwende, S. 453.

Wirbel, Carteſianiſche, Wirbel des Descartes, Syſtem der Wirbel; Vortices Cartesiani, Systema vorticum; *Tourbillons de Descartes*, Système des tourbillons. Descartes (oder Cartes, *Cartesius*), dieſer uns namentlich aus dem Artikel Brechung, S. 130 ſchon näher bekannte Franzöſiſche Philoſoph, Mathematiker und Aſtronom des 17. Jahrhunderts, bezeichnet („Principia philosophiae". Amſterdam. 1692. 4. T. III.) in ſeinem philoſophiſchen Syſteme, auf welches ich, unter dem aſtronomi-

* Man könnte mich hier wieder fragen, weßhalb ich, ſtatt beſtimmt „am", nur unbeſtimmt „um" ſage? Die Antwort im Artikel Kalender, S. 849, wo gezeigt wird, daß, wegen des Modus der Anbringung unſeres Schalttages (die Nachtgleiche nicht feſt auf den 21. März, und alſo auch), das wahre Winterſolſtitium nicht feſt auf den 21. December bleibt, ſondern zuweilen einen Tag früher, oder auch ſpäter fällt.

ſchen Geſichtspuncte hier zurückzukommen mehrmals verſprochen hatte, durch „Wirbel“, eine (von ihm poſtulirte) „große Menge Materie, welche ſich um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunct bewegt, ſo daß das Ganze als eine Anzahl von Kugelſchalen betrachtet werden kann, die ſich um eine gemeinſchaftliche Axe, oder wenigſtens einen gemeinſchaftlichen Mittelpunct drehen. Vollenden alle dieſe (alſo concentriſchen) Schichten ihre Umläufe in gleicher Zeit, ſo iſt klar, daß die äußern geſchwinder gehen müſſen, als die innern, und zwar in eben dem Verhältniſſe, in welchem ihr Abſtand vom Mittelpuncte oder der Axe größer iſt“.

Descartes, welcher die von mir im Art. Weltſyſtem angeführte Vorſtellung der Alten von einer Einſchließung der Geſtirne, Sphären, die ſich mit ihnen drehen ſollten, nicht mehr annehmen konnte, und das Bedürfniß empfand, die Urſache und Entſtehungsart der himmliſchen Bewegungen durch irgend eine andere Annahme begreiflich zu machen, verfiel darauf, zunächſt die Sonne mit einem ſolchen Wirbel verſchiedener Schichten einer ſehr fein getheilten, flüßigen Materie von ungleicher Dichtigkeit zu umringen, welcher Wirbel die Planeten ſo mit ſich fortriſſe, wie etwann der Wind die in der Luft ſchwebenden Körper dahin führt. Die verſchiedenen Schichten des großen Sonnenwirbels bewegen ſich nach dieſem Syſteme mit ungleichen Geſchwindigkeiten, aber nach Einerlei Richtung, und führen die in ihnen gleichſam ſchwimmend gedachten Planeten zwar demgemäß alle auch nach Einerlei Richtung (rechtläufig, ſ. d. A.), aber die näheren in kürzerer, die entfernteren in längerer Zeit, um die Sonne*; und jeder Planet „ſchwimmt“ zugleich in derjenigen Schicht des Wirbels, welche mit ihm ſelbſt gleiche Dichtigkeit hat. Die von Monden umlaufenen Planeten werden dabei als erſt im Mittelpuncte eigener kleinerer „Wirbel“ ſtehend angenommen, welche ſodann wieder im größeren ſchwimmen, und die Monde um den Planeten nach eben dem Geſetze herumführen, nach welchem ſich dieſer letztere mit ſeinem Wirbel von jenem Hauptwirbel um die Sonne getrieben findet.

Auf den erſten Blick ſcheint Nichts einfacher, verſtändlicher und genugthuender, als dieſes Syſtem; und noch Niemand hatte vorher eine ſo begreifliche Urſache der himmliſchen Bewegungen, und auf welche der Umſtand der Richtung des Laufes aller Planeten und Monde nach derſelben (der directen) Richtung faſt unmittelbar hinzuweiſen ſchien, anzugeben gewußt. Daher iſt es nicht zu verwundern, daß dieſe Hypotheſe mit ſo ausgebreitetem Beifalle aufgenommen worden iſt, ſich ſo lange erhalten hat, und von ihren Anhängern ſogar gegen Newton's vortreffliche Gravitationslehre hartnäckig vertheidiget worden iſt. Indeß iſt es der neueren Aſtronomie doch leicht geworden, ihre gänzliche Unhaltbarkeit ſelbſt durch den Augenſchein der Beobachtung darzuthun: denn da ſie ihr Haupt-Argument, wie geſagt, aus der Einerleiheit der Richtung der von ihr als unausnamentlich „rechtläufig“ geforderten Himmelsbewegungen hernimmt, ſpäter aber die, dem Urheber des Syſtems noch unbekannt geweſene „Recht“- und Rückläufigkeit der Kometen (vergl. d. A. namentlich S. 965) ſichtbarlich nachgewieſen wurde: ſo war ſie durch dieſe einzige Einwendung, auf welche ihr auch gar keine Antwort bleibt, vollkommen widerlegt.

Gleichwohl habe ich ihr, bevorwortetermaßen, eine wenigſtens kurze Erwähnung nicht verſagen zu dürfen geglaubt. Die Geſchichte einer Wiſſenſchaft, und namentlich der Aſtronomie, iſt, wie ich öfters hervorgehoben habe, allermeiſtens die Geſchichte der Irrthümer und verfehlten Verſuche, durch welche ſich die Forſchung erſt endlich zur Wahrheit hindurch gearbeitet hat; und um den ganzen Werth der letzteren richtig zu ſchätzen, darf man alſo die Mühe nicht ſcheuen, auch jenen Verirrungen und den Schwierigkeiten, ſich von ihnen loszumachen, einen Blick zu ſchenken.

Solchen Leſern aber, welche ſich in dieſer Abſicht mit meiner kurzen Dar-

* Man ſieht daraus, daß Carteſius wenigſtens guter Copernicaner war, wie ich ihn im Artikel Weltſyſtem, mit Verweiſung hierher, auch auszeichne.

ſtellung des „Syſtems der Wirbel“ nicht begnügen wollen, und mehr Detail verlangen, weiß ich ſchließlich keinen beßren Führer als Descartes ſelbſt in ſeinen Eingangs erwähnten „Princip. Philosoph.“ zu empfehlen, womit Sie Montücla's von mir öfters citirte „Histoire des Mathématiques.“ II. §. 8. des 4. Buches 4. Theiles verbinden können.

Witterungslehre, das deutſche Wort für Meteorologie, in welchem Artikel ich die aus dieſer Lehre vor unſer aſtronomiſches Forum gehörigen Gegenſtände behandelt habe.

Woche; Hebdomas, Septimana; *Semaine.* Bekanntlich ein Zeitraum von ſieben auf einander folgenden, mit eigenen Namen belegten Tagen. Wir finden dieſe Art der Zuſammenfaſſung von ſieben, mit eigenen Namen belegten Tagen zu einem Zeitabſchnitte, ſchon im früheſten Alterthume: Herodot (Lib. II.) und Dio Caſſius (Hist. R. Lib. XXXVII.) ſchreiben ſie (ſ. unten) den Egyptiern zu; und das Bedürfniß des bürgerlichen Lebens muß ganz natürlich darauf geführt haben. Was zunächſt die Wahl der Anzahl von eben „ſieben“ Tagen für die alſo eingeführte Periode betrifft, ſo bemerkt der verewigte Berliner Hof-Aſtronom Ideler in ſeinem „Handbuch der Chronologie“. Berlin 1830. 2. B. gr. 8. I. 60 darüber: „Die Woche iſt ohne allen Zweifel eine Unterabtheilung des ſynodiſchen Monates (ſ. d. A. S. 139): denn ſtatt der $7\frac{3}{8}$ Tage, welche ($4 . 7\frac{3}{8} = 29\frac{1}{2}$, als der Dauer dieſes Monates) die Mondviertel im Durchſchnitte halten, nahm man die am nächſten liegende ganze Zahl von 7 Tagen; und ob man gleich bald bemerken mußte, daß dieſe Periode kein genau meſſender Theil des Monates ſey, ſo blieb man doch, da ſich vielleicht früh auch noch myſtiſche (vgl. weiter unt.) Ideen an ſie geknüpft haben mögen, bei ihr ſtehen.“ Derſelben Meinung tritt Lalande, welcher, *„Astronomie.“* §. 1534. in ein ſehr gelehrtes Detail hierüber eingeht, und unter andern nachweiſt, daß die „ſiebentägige Woche“ ſelbſt unter den alten Peruanern im Gebrauche geweſen ſey, unbedingt bei; und eine entgegengeſetzte Anſicht, deren ich in meinen Notizen erwähnt finde, als ſey nämlich „die Abtheilung der Zeit nach 7 Tagen durch ſolche Vorſtellungen von der Schöpfungsgeſchichte, wie die Moſaiſche veranlaßt worden“ — hat viel weniger für ſich, da doch den Peruanern wenigſtens von dieſen letzteren wahrſcheinlich Nichts bekannt geweſen ſeyn wird.

Hinſichtlich der Namen der 7 Wochentage ſodann, ſo iſt es abermals Dio Caſſius, welcher uns, wie ich darauf hier zurückkommen wollte (l. c. C. 17, 18.) über deren Urſprung belehrt und ſie angedeutetermaßen von einem aſtrologiſchen Aberglauben ableitet. „Wenn man“, ſagt er, „die Stunden des Tages und der Nacht von der erſten Tagesſtunde zu zählen anfängt, dieſe, nach der Ordnung, welche die Egypter (vgl. Weltſyſtem) den Planeten anweiſen, dem Planeten Saturn, die folgende dem Jupiter, die dritte dem Mars, die vierte der Sonne, die fünfte der Venus, die ſechſte dem Mercur und die ſiebente dem Monde beilegt, gleichſam als würden die Stunden von dieſen Geſtirnen beherrſcht, und alſo immer wieder von vorn anfängt; ſo wird man, wenn man alle 24 Stunden* durchlaufen hat, finden, daß die erſte des folgenden Tages auf die Sonne,** die erſte des dritten Tages auf den Mond, kurz die erſte eines jeden Tages auf den Planeten trifft, nach welchem dieſer Tag benannt iſt.“ Demgemäß bringt

* Die Leſer könnten gerade auf dieſe Veranlaſſung auch nach dem Grunde der Eintheilung des Tages eben in vierundzwanzig „Stunden“ fragen, welcher Grund in dem letzteren Artikel nicht beſonders angegeben iſt. Ich finde indeß in meinen Notizen darüber auch nur, daß ſich Herodot mit der Anführung begnüge, „die Griechen hätten dieſe Eintheilung von den Babyloniern erlernt.“

** Die Leſer werden ſich leicht davon überzeugen. Die Reihe beſteht aus 7 Geſtirnen, demnach die dritte Durchzählung mit der (3 . 7 =) 21ſten Stunde ſchließt, wonächſt die 3 erſten Glieder der Reihe auf die noch übrigen (24 — 21 =) 3 Tagesſtunden kommen, das 4te (Sonne) aber auf die Anfangsſtunde des folgenden Tages fällt u. ſ. w.

dieſer Schriftſteller nun die nachſtehende, hiernach gebildeten Römiſchen Benennungen der „Wochentage“ bei:

Dies Saturni	(unſer — vgl. unten — heutiger Sonnabend) .	♄
Dies Solis,	Sonntag	☉
Dies Lunae,	Montag	☾
Dies Martis,	Dienſtag	♂
Dies Mercurii,	Mittwoch	☿
Dies Jovis,	Donnerſtag	♃
Dies Veneris,	Freitag	♀

Die deutſchen Benennungen aber ſcheinen ſpäter, und nur mit theilweiſem Bezuge auf jene Römiſchen, in der folgenden Art, wobei ich die nämliche Anordnung wähle, entſtanden zu ſeyn:

Sonnabend aus Sonntag-Abend (Abend vor unſerm Wochenanfangstage), d. h. Tag vor Sonntag *. Das Oberdeutſche Samſtag iſt das zuſammengezogene Sabbathstag.

Sonntag und

Montag ſind offenbar wörtliche Ueberſetzungen des Römiſchen „Dies Solis“ und Dies Lunae.“

Dinſtag leitet man von dem Altdeutſchen Ding, d. h. Gericht ab, indem unſere Vorfahren an dieſem Tage Ding (Gericht) hielten.

Mittwoch, „mitten in der Woche.“

Donnerſtag vom Altdeutſchen Donnergotte („Thor.“)

Freitag von Frea, der Venus der Sachſen und Scandinavier.

Das deutſche Wort „Woche“ aber iſt aus dem Gothiſchen Wik entſtanden, welches beim Ulphilas, dem bekannten Biſchofe der Weſtgothen und Schriftſteller des 4ten Jahrhunderts nach Chriſtus, ſo viel als Ordnung, regelmäßiger Wechſel heißt, und wohl mit dem Römiſchen vicis verwandt iſt.

Ueber die Franzöſiſchen Namen der Wochentage, welche ich nach der Sprachbeſchränkung meines Werkes allein noch beizubringen habe, finde ich dagegen in meinen Notizen ** das Nachſtehende:

Samedi, Corruption vom obigen „Saturni Dies.“

Dimanche, „Dominica Dies.“

Lundi, „Lunae Dies.“

Mardi, „Martis Dies.“

Mercredi, „Mercurii Dies.“

Jeudi, „Jovis Dies.“

Vendredi, „Veneris Dies.“

Semaine endlich iſt offenbar das Römiſche „Septimana.“

Dieß wird, im Umfange meines Werkes über „Woche“ hinreichen, wogegen ich mehr verlangende Leſer nochmals auf die citirten Werke von Ideler, oder auch auf Lalande's ebenfalls ſchon angeführte „Astronomie.“ 8tes Buch „du Calendrier“ verweiſen muß.

Wolken; Nubes; *Nuages*. Die ſichtbaren Dünſte im irdiſchen Luftkreiſe werden, wenn ſie niedrig ſtehen, Nebel, in größeren Höhen „Wolken“ genannt. — Auf dieſe Erklärung muß ich mich beſchränken; die weitere Betrachtung der „irdiſchen Wolke“ gehört in die ſpecielle irdiſche Meteorologie, welche darüber in ein ſehr weitläuftiges Detail eingeht. Hier habe ich unter unſerm aſtronomiſchen Geſichtspuncte zuerſt nur noch anzuführen, daß die Beobachtung auch auf einigen der übrigen Planeten wolkenartige Verdichtungen („Analoga unſerer Wolken“ nach Mädler's Ausdrucke) zeigt, wie ich ein Beiſpiel davon im A. Jupiter, S. 829. beigebracht habe, an welches ich, als einen Beweis mehr für gewiſſe Aehnlichkeitsbeziehungen zwiſchen den verſchiedenen Weltkörpern unſres Syſtems, eine Beziehung, die ich immer gern hervorhebe, hier auch um ſo lieber erinnere.

* Ich folge wieder Ideler: „Lehrbuch (nicht zu verwechſeln mit dem vorn citirten ausführlicheren „Handbuche“) der Chronologie.“ Berlin. 1831. gr. 8. S. 342 flgd. (eine vortreffliche Arbeit).

** Nodier und Berger: „Dictionnaire universel.“ 5te Ausgabe. Paris. 1832. 2 Bde. gr. 8. (gutes Werk) geben die nämlichen Etymologien.

- Sodann bezeichnet die Aſtronomie mit der Benennung „Wolken“ auch noch einige, durch beſonders dunkle Farbe auffallende, faſt kohlſchwarz erſcheinende Stellen am ſüdlichen Himmel, welche „Schwärze“ der gänzlichen Sternleerheit dieſer Himmelsſtellen beigemeſſen wird, und wohin namentlich die ſogenannten Capwolken, oder (nach dem bekannten Portugieſiſchen Seefahrer) Magellanflecke gehören, die von den Engländern aus dem obigen Grunde die Kohlenſäcke genannt werden, und in der Nähe des ſchönen Sternbildes des ſüdlichen Kreuzes ſtehen, von welchem ich in jenem A. Sternbilder S. 505 eine ſo reizende Schilderung entworfen habe.

Endlich aber führen den Namen der „Wolken“ auch noch zwei große Nebelflecke, wieder in der ſüdlichen Himmelshalbkugel, welche man in den Verzeichniſſen mit den lateiniſchen Namen der *Nubecula major et minor* aufgeführt findet, und in denen gute Fernröhre, gleichwie in andern Nebelflecken, eine unendliche Zahl teleſkopiſcher Sterne zeigen.

Wurf, Wurfbewegung; Jactus, Projectio; *Jet*, Projection. Wenn man, — um Dasjenige, was ich hier vorzutragen habe, gleich durch das bekannteſte Beiſpiel recht ſinnlich einzuleiten — einen Stein ſchleudert (wirft) *, ſo ſieht man dieſen Stein nach einiger Zeit zur Erde fallen, weil neben dem auf denſelben wirkenden „Wurfe“ auch die Schwere (die Gravitation, die Centralkraft des Erdkörpers, über deſſen Oberfläche hin der Stein geworfen worden iſt) auf ihn wirkt: der Stein hat durch den „Impuls“ des „Wurfes“ eine, an und für ſich offenbar geradlinige Bewegung erhalten, von welcher derſelbe aber vermittelſt des Einfluſſes der Schwere abgelenkt wird, und alſo einer veränderten Richtung mit einer natürlich auch veränderten Bewegung folgt (eine veränderte Bahn beſchreibt), welche Bewegung nun eben die hier zu betrachtende „Wurfbewegung“ abgibt.

* Von der gewöhnlichen Ausdehnung dieſer Lehre auf das Geſchoß ſehe ich hier, als, namentlich unter dem aſtronomiſchen Geſichtspuncte, in der Betrachtung durchaus nichts ändernd, gänzlich ab.

Wir finden uns durch dieſe Erklärung, bei der ich eben deßwegen ſogar den nämlichen Ausdruck „Impuls“ angewendet habe, ſogleich an das, in den Art. Bahnen, S. 92. und Centralbewegung, S. 146. über die planetariſche Centralbewegung Vorgetragene erinnert; — und dahin will ich auch zunächſt eigentlich; und werde zeigen, daß die „Wurfbewegung“ mit letzterer planetariſchen in dieſelbe Kategorie gehört und mit ihr aus demſelben aſtronomiſchen Geſichtspuncte betrachtet werden kann.

In der That findet ſich l. c. gezeigt, daß die Bewegung des Planeten um die Sonne durch den „Impuls“ einer geradlinigen Bewegung (eines urſprünglichen Anſtoßes zum Fortgange in tangentieller Richtung) und den gleichzeitigen ablenkenden Einfluß der Anziehung des Sonnenkörpers, demgemäß die Tangente zur Bahn, zur Curve, um den letzteren gekrümmt wird, bedingt iſt. Setzt man hier ſtatt „Impuls“ nur Wurf, wie jener „urſprüngliche Anſtoß“ ſehr wohl gedacht werden kann, und für die Sonnenanziehung (Gravitation) die Schwerkraft der Erde; ſo iſt, wie ich zu Schluſſe meines gegenwärtigen Vortrages noch näher zeigen werde, die Verwandtſchaft der beiden Vorgänge ganz unverkennbar.

Im citirten Artikel Centralbewegung, an der bezeichneten Stelle, thue ich ferner dar und komme auch gleich nochmals darauf zurück, daß die beſondere Geſtalt der durch den alſo in Bewegung geſetzten Planeten um die Sonne, d. h. um den von ihr eingenommenen Bahncentral-(Kraft)-Punct beſchriebene Bahn (Curve) lediglich eine Abhängigkeitsfolge des Verhältniſſes der Stärke jenes urſprünglichen Impulſes (Wurfes) zur Gravitation iſt: die Bahn könnte, wie dort ebenfalls gezeigt wird, in Gemäßheit des gedachten Verhältniſſes eben ſowohl ein Kreis, als eine Ellipſe, oder eine Parabel u. ſ. w. ſeyn.

Stellen wir uns hiernächſt einmal vor, die Erde ſey vom geworfenen Steine eben ſo weit entfernt, als die Sonne vom, wie ich nun ſagen darf, „geworfenen“ Planeten, und die Anziehungskraft des Erdkörpers ſey in dieſer Entfernung alſo auch ſchon hinreichend vermindert; oder, was

offenbar auf daſſelbe hinauskömmt, die Erdkugel ſey in ihrem Umfange hinreichend klein, ſo daß der geworfene Stein ſtatt von ihrer, gegen die Größe des Wurfweges zu ausgedehnten Oberfläche eher aufgefangen zu werden (dieſelbe fallend zu früh zu erreichen und daher auf ihr liegen zu bleiben), unbehindert um ſie kreiſen könnte: ſo ſpringt in die Augen, daß dieſer Stein nach ähnlicher Maßgabe des Verhältniſſes zwiſchen Wurf- und Schwerkraft eben ſo gut (und — vergl. hinten — gleichſam wie ein kleiner Mond) eine Ellipſe um ſie beſchreiben würde, welche Curve, bei einem andern Verhältniſſe beider Kräfte gegen einander, nicht weniger, wie oben, auch in eine Parabel u. ſ. w. übergehen könnte. Daß, ich wiederhole mich, der geworfene Stein nicht in einer ſolchen Curve um die ganze Erde, wie der Planet um die Sonne, kreißt, liegt alſo lediglich daran, weil er in ſo großer Nähe nicht die daſelbſt noch zu ſtarke Gravitation überwinden kann und daher die dagegen zu große Erdoberfläche (den Erdboden) zu früh wieder erreicht; — wäre der Planet nur eben ſo nahe bei der Sonne „geworfen" worden, ſo würde er, ſtatt um ſie zu kreiſen, ganz gewiß auch eher wieder auf ſie fallen.

Betrachtet man demgemäß, wie ich nunmehr mit der Gewißheit zuvörderſt die beabſichtigte ſinnlichſte Ueberzeugung von der Analogie zwiſchen „Wurf"- und planetariſcher Centralbewegung bei meinen Leſern erweckt zu haben, fortfahren kann, die irdiſche Schwere als eine ſtets nach dem Mittelpuncte des Erdkörpers gerichtete, im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrates der Entfernung von dieſem Mittelpuncte wirkende Kraft*; ſo wird aus der „Wurfbewegung" eine wahre Centralbewegung, für welche der Mittelpunct der Kräfte (der obige „Bahncentral- oder Kraftpunct") im Mittelpuncte der Erde liegt, und wobei ſich daher Alles nach den, wieder Centralbewegung, l. c. angegebenen Geſetzen richten muß. Wenn alsdann, Figur 1. der Tafel XXVI., D denjenigen Punct der Bahn vorſtellt, in welchem die Richtung des geworfenen Körpers (Steins) mit der Richtung der Schwere (eben ſo) rechte Winkel macht (wie, nochmals Centralbewegung, S. 141. und die dort angeführte Figur, der geworfene Planet mit der Richtung der Sonnenanziehung) oder durch welchen der geworfene Körper horizontal hindurchfliegt; ſo iſt das dortige (das dort den Abſtand des Planeten vom Centralpuncte vorſtellende) a, hier dem Abſtande des Punctes D vom Mittelpuncte der Erde, d. h. dem Halbmeſſer der Erde gleich; — was dort e (den Fallraum des Planeten in der erſten Secunde) bezeichnete, wird hier der Raum, durch welchen die irdiſche Schwere in derſelben Zeit treibt, alſo g (Galileiſche Zahl, ſ. den Art.); und c endlich iſt die reſpective Geſchwindigkeit. Nach den erwähnten Geſetzen wird die Bahn ADB alſo ein Stück eines Kegelſchnittes, deſſen Brenn- (Kraft-) Punct im Mittelpuncte der Erde liegt, deſſen große

Axe $= \frac{4a^2e}{4ae - c^2} = \frac{4a^2g}{4ag - c^2}$, und

deſſen Parameter $= \frac{c^2}{e} = \frac{c^2}{g}$.*

Wenn die (Wurf-) Geſchwindigkeit c gegen g nicht zu groß iſt, wie unſere Mittel nur eine ſolche gewähren, d. h. alſo wenn ſie in einer Secunde nur durch einen Raum treibt, der mit a, dem Halbmeſſer der Erde, in keinen Vergleich kömmt, ſo muß natürlich $4ae > c^2$, und die

* Vergl. Gravitation, wo ich namentlich S. 692 auch jene Analogie ſchon beſonders hervorgehoben habe.

* Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche ich auf dieſe Analogie zwiſchen irdiſcher Wurf- und planetariſcher Centralbewegung lege, muß ich, bevorworteter maßen, erſt nochmals auf die, in Bezug der letzteren l. c. beigebrachten analytiſchen Entwicklungen zurückkommen, und für den gegenwärtigen Artikel überhaupt die ausnahmweiſe bedungene Freiheit der Anwendung mehrerer Rechnung in Anſpruch nehmen.

Wir hatten nämlich eben l. c. für die Centralbewegung, wofern die nach dem Mittelpuncte der Kräfte gerichtete Gravitation, wie im vorliegenden Falle, im verkehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung ſteht, in den obigen Bezeich-

krumme Linie (jener Kegelſchnitt) daher (l. c. und die Anmerk.) die, unter Vorausſetzung eines ſolchen Verhältniſſes zwiſchen c und e (oder g), ſchon oben erwähnte Ellipſe ſeyn. Jeder *horizontal* (oder, wie man — vgl. hinten — leicht einſieht, auch *ſchief*) geworfene Stein würde alſo (abgeſehen ebenfalls vom Widerſtande der Luft), nach Art eines *Mondes*, auf welchen ich mich, als Gleichniß mit Verweiſung hierher, ſchon oben bezogen habe, um den Mittelpunct der Erde (Brennpunct) eine *Ellipſe* beſchreiben, wenn er nur ſeine Centralbewegung, z. B. wie eben der Mond in hinreichend großem Abſtande, oder um den als in jenem Mittelpuncte *concentrirten* Erdkörper ohne Anſtoß fortſetzen könnte. Stoßt der Stein aber wegen der ſchon erwähnten Größe des Erdkugelumfanges ſchon bei B (unſerer Fig. 1. der Tafel XXVI.) wieder auf den horizontalen Boden, ſo iſt das wirklich beſchriebene Stück dieſer Ellipſe ſo klein, daß es als verſchwindend gegen den Halbmeſſer der Erde (Abſtande vom Brennpuncte der Ellipſe) betrachtet werden kann. Demgemäß darf man annehmen, die Entfernung a des Mittelpunctes der Erde ſey *unendlich*. Unter dieſer Vorausſetzung wird die Schwere durch das ganze Curvenſtück ADB eine *unveränderliche* Kraft (wie uns die Beobachtung dieſelbe auch kennen lehrt), deren Richtungen erſt in *unendlicher* Ferne, d. h. gar nicht zuſammenlaufen, oder (ebenfalls der Beobachtung gemäß) *parallel* ſind.

Wenn aber jener Abſtand vom Brennpuncte, oder alſo die große Axe einer Ellipſe ſelbſt als unendlich anzunehmen iſt, ſo nähert ſich dieſe Curve einer *Parabel*; und man darf endliche Stücke von ihr als *paraboliſch* betrachten, gleichwie man das beobachtbare Stück der elliptiſchen Kometen*bahnen* (ſ. Bahn, S. 96.) auch als paraboliſch anſieht.

nungen den Ausdruck . . $p^2y - \frac{4\,a^2e}{4\,ae - c^2}\,p^2 + \frac{a^2\,c^2}{4\,ae - c^2}\,y = 0$

gefunden; die allgemeine Gleichung *aller Kegelſchnitte* von der großen Axe A und dem Parameter B iſt aber eben dort . . . . $p^2y - Ap^2 + \tfrac{1}{4}\,ABy = 0$; — und beide Gleichungen gehen offenbar in einander über, wenn man

$$A = \frac{4\,a^2e}{4\,ae - c^2},$$

$$\tfrac{1}{4}\,AB = \frac{a^2\,c^2}{4\,ae - c^2}, \text{ und alſo}$$

$$B = \frac{\frac{a^2\,c^2}{4\,ae - c^2}}{\frac{1}{4}\,A} = \frac{c^2}{e}\left(\text{oder für } e = g, = \frac{c^2}{g}\right)$$

ſetzt; welches demnach lehrte, daß bei der, nach dem angegebenen Geſetze vor ſich gehenden *Central-Bewegung* immer ein Kegelſchnitt beſchrieben wird, für den die große Axe und der Parameter, alſo die *ſpecielle Beſchaffenheit der Curve*, in der voranſtehenden Art, von a (als dem Abſtande), von c (dem „Impulſe," dem „Wurfe") und von e (der Gravitation), d. h. wie ich vorn ſage, vom Verhältniſſe dieſer beiden Kräfte gegen einander abhängig ſind.

Nun thue ich aber im Texte dar, daß derſelbe, das Geſetz der *planetariſchen Centralbewegung* darſtellende Ausdruck zugleich die Bedingungen der „*Wurfbewegung*" enthält; und alſo muß auch die aus demſelben fließende Folgerung der Abhängigkeit der *ſpeciellen Geſtalt des zu beſchreibenden Kegelſchnittes* vom Verhältniſſe zwiſchen dem Impulſe und der Gravitation, in Beziehung zum Abſtande, nicht weniger ebenfalls für dieſe irdiſche „Wurfbewegung" gelten. — Davon mache ich nun oben die weitere Anwendung, für welche alſo erſt das hier Vorgetragene als Einleitung und Begründung dienen ſoll.

Mithin iſt der Weg *horizontal* oder *ſchief* geworfener Körper auf der Erdoberfläche *paraboliſch**. — Betrachten wir erſtens den

Horizontalen Wurf.

Wird der Körper (wieder Fig. 1. Taf. XXVI.) von D aus *horizontal* mit der Geſchwindigkeit c geworfen, ſo beſchreibt er alſo eine *Parabel*, deren Scheitel in D und deren *Parameter* $= \frac{c^2}{g}$, d. i. $\left(g : c = c : \frac{c^2}{g}\right)$ *die dritte Proportionallinie zum Fallraume ſchwerer Körper in einer Secunde, und der Geſchwindigkeit c*. Da der Geſchwindigkeit c die Höhe $1/4 \, . \, \frac{c^2}{g}$ zugehört**, ſo iſt der Parameter auch das 4fache der, der Geſchwindigkeit im Scheitel D zugehörigen Höhe $\left(\frac{c^2}{g} = 4 \, . \, 1/4 \, . \, \frac{c^2}{g}\right)$, ein Satz, von welchem wir hinten die Anwendung ſehen werden.

Ich habe dieſe Sätze hier zunächſt aus der allgemeinen Theorie der Centralbewegung herleiten wollen, weil es mir, wie deßhalb *gleich* ſo ſorgfältig bevorwortet worden iſt, vorzüglich auf Darſtellung ihrer Verbindung mit derſelben ankam: denn wenn man bei der Wurfbewegung die jener Theorie gemäße Curve durch das geworfene irdiſche Körperchen z. B. den Stein, unter ſeinen Augen (vgl. hinten) nun wirklich entſtehen ſieht, ſo gibt man die Richtigkeit derſelben Theorie für den Lauf der Himmelskörper und die Nothwendigkeit der Annahme eines gleichen Wurfimpulſes für die Planeten, trotz des ungeheuren Größenunterſchiedes, leichter zu; man räumt, wohin ich, wie geſagt, eigentlich wollte, williger ein, daß der größte Planet bei ſeiner Centralbewegung doch ganz den nämlichen Geſetzen, wie das geworfene kleinſte Steinchen unterliege. — Sonſt laſſen ſich aber jene Sätze weit leichter auf folgende Art erweiſen. Tafel XXVI. Figur 2. werde ein Körper aus D mit der Geſchwindig-

* Für Leſer, welche ſo ängſtlich gewiſſenhaft ſind, als ich es ſelbſt bin, muß ich hier erſt noch einer Bedenklichkeit zuvorkommen.

Ich mache nämlich (*Centralbewegung*, S. 146) den Eintritt der „*paraboliſchen*" Geſtalt für die *Planetenbahn* in der Gleichung: Große Axe $= \frac{4\,a^2 e}{4\,ae - c^2}$, von einem ſolchen Wachſen der Geſchwindigkeit c abhängig, daß $c^2 = 4\,ae$, und alſo $4\,ae - c^2 = 0$ iſt, wogegen c bei der *irdiſchen Wurf*geſchwindigkeit, bevorworteter maßen, vergleichsweiſe immer nur ſehr unbedeutend gegen a (den Erdhalbmeſſer) ausfällt. Wie kann alſo, wird man mit Rechte fragen, in der nun, wo $e = g$, die Form: Große Axe $= \frac{4\,a^2 g}{4\,ag - c^2}$ annehmenden Gleichung, c^2 je gleich $4\,ag$ werden? Allein wenn man, wie oben, c im Verhältniſſe zu a ſehr klein hat, ſo läßt ſich auch ſo verfahren, daß man c^2 gegen $4\,ag$ vernachläßiget, wodurch mithin *Große Axe* $= \frac{4\,a^2 g}{4\,ag}$ $= a$, d. h. *Große Axe* $=$ *ſehr groß* erhalten wird, und welches demnach das nämliche Reſultat des Ueberganges in die Parabel gewährt.

** Wir haben aus *Fall*, S. 415, die Gleichungen $s = gt^2$ und $v = 2\,gt$, wo s den durchfallenen Raum, t die zugehörige Zeit, und v die erlangte Geſchwindigkeit bedeuten, g aber die *Galileiſche Zahl* (ſ. d. Art.) iſt. Daraus folgt $v^2 = 4\,g^2t^2 = 4\,gs$, und $s = 1/4 \, \frac{v^2}{g}$. Alſo gehört zur Geſchwindigkeit v die „*Höhe*" $s = 1/4 \, \frac{v^2}{g}$; oder man hat, wenn, wie im Texte, $v = c$ geſetzt wird, die, der *Geſchwindigkeit* c zugehörige *Höhe* $= 1/4 \, . \, \frac{c^2}{g}$; — ein Körper muß aus der Höhe $1/4 \, . \, \frac{c^2}{g}$ gefallen ſeyn, um die Geſchwindigkeit c zu haben; zur Erlangung einer Geſchwindigkeit von z. B. 25 Fuß in der nächſten Secunde, wird ein Fallraum von $1/4 \, \frac{25^2}{15} =$ (nahe) 10 Fuß erfordert.

keit c in der Horizontallinie $DNn\nu$ geworfen. Mit dieſer Geſchwindigkeit würde er am Ende der Zeit t einen Raum $DN = PM = ct$ zurückgelegt haben. In eben der Zeit aber hat ihn die Schwere (vergl. die voraufgehende Anmerkung) ſenkrecht durch einen Raum $NM = gt^2$ herabgetrieben. Mithin befindet er ſich am Ende der Zeit t in einem Puncte M, für welchen $PM^2 = c^2t^2$, und $NM = DP = gt^2$, daher (für t^2 ſeinen Werth $\frac{DP}{g}$ ſubſtituirend) allemal $PM^2 = \frac{c^2}{g} \cdot DP$ *. Dieß iſt aber die Gleichung einer Parabel, deren rechtwinklige Coordinaten PM und DP aus dem Scheitel D auf der Axe $D\pi$ genommen ſind und deren Parameter $= \frac{c^2}{g}$ iſt. Folglich liegen alle Puncte, durch welche der geworfene Körper, ſein Schwerpunct, geht, in einer ſolchen Parabel $DMm\mu$.

Man pflegt Dieß tn der Experimentalphyſik, deren Beiſtand zu der, in der angegebenen Art zu bewirkenden Verſtärkung einer aſtronomiſchen Ueberzeugung ich hier gern annehme, durch eigene Verſuche zu beſtätigen, in welcher Abſicht die ſogenannten paroboliſchen Maſchinen gebraucht werden, die ich anführen muß, weil man mir ſonſt einwenden könnte, daß die oben geforderte unmittelbare Beobachtung der paraboliſchen Geſtalt eines Wurfweges diejenigen Schwierigkeiten darbiete, weßhalb ich eben hieher verwieſen habe. Es wird nämlich zur ſinnlicheren Darſtellung der beim Wurfe entſtehenden Bahn das Brett $AC\pi D$ (unſerer Figur 2. der Tafel XXVI.) nach der Geſtalt einer beliebigen krummen Linie ABD ausgeſchnitten und mit Elfenbein oder einer andern wohl geglätteten Materie ausgelegt, um das Reiben möglichſt zu vermeiden. Die bis hierher angewendete Krümmung kann ſeyn, wie ſie will; nur muß ſie am Ende D völlig horizontal auslaufen. Wenn man nun einen glatten ſchweren Körper, z. B. eine Metallkugel, von A aus auf ABD hinabfallen läßt, ſo wird dieſer Körper bei D eine horizontale Richtung DN (wie ſie hier gefordert wird) und diejenige Geſchwindigkeit haben, welche der lothrechten Höhe ſeines Falles AE zugehört.* Hat man ſodann an die Seite $D\pi$ ein zweites rechtwinkliges Bret $D\nu\mu\pi$ geſtellt, worauf die halbe Parabel $DMm\mu$ vom Scheitel D, Brennpunct π und vom (vgl. vorn, wo der betreffende Satz, mit Verweiſung hierher, beigebracht iſt) Parameter 4AE gezeichnet iſt, ſo wird die von D aus nunmehr frei herabfallende Kugel denjenigen Weg nehmen, welchen dieſe Parabel vorſchreibt, und dieſe Kugel wird, wenn bei den Parabelpuncten M, m, μ, Ringe angebracht ſind, alſo durch dieſelben hindurchfliegen.**

* Vielleicht ſagt der nachſtehende, ſchon früher von mir angewendete Beweis dieſes für uns wichtigen Satzes manchen Leſern noch mehr zu. Seyen nämlich die beiden Coordinaten der Apolloniſchen Parabel C und C', ſo wird ihre Gleichung $C^2 = pC'$, oder $C = \sqrt{p}\,\sqrt{C'} =$ Const. $\sqrt{C'}$. Der Wurf gibt $C = ct$, $t = \frac{C}{c}$; der Fall gibt $C' = gt^2$, $t = \frac{\sqrt{C'}}{\sqrt{g}}$; daher $\frac{C}{c} = \frac{\sqrt{C'}}{\sqrt{g}}$, $C = \frac{c}{\sqrt{g}} \cdot \sqrt{C'} =$ Const. $\sqrt{C'}$, wie oben.

* Es iſt meinen Leſern nämlich aus Ihren phyſikaliſchen Studien über die „Theorie des Falles auf vorgeſchriebenen Wegen," welche Theorie ich unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte in meinen Betrachtungen des Falles der Körper (vgl. d. A.) nicht verfolgen zu dürfen geglaubt habe, bekannt, „daß die Geſchwindigkeit eines fallenden Körpers, auf was für einem Wege (in was für einer Curve) er nun auch falle, an jeder Stelle derjenigen gleich iſt, welche der entſprechenden Fallhöhe (der lothrechten Höhe des Falles bis dahin) zugehört."

** Für Leſer, die dieſen intereſſanten und leicht anzuſtellenden Verſuch ſelbſt ausführen wollen, bemerke ich, daß Sie wegen des bei der obigen Theorie nicht be-

— Ein Planet aber — und ich komme abſichtlich immer auf dieſe Analogie zurück — würde, wie paradox es auch klingen mag, wofern (wieder Centralbewegung, S. 146.) der ihm ertheilte Impuls („Wurf“), von deſſen Verhältniſſe angeführtermaßen die ſpecielle Geſtalt der Curve abhängt, nur ſtark genug dazu geweſen wäre, ganz gewiß ebenfalls eine ſolche Parabel beſchreiben, d. h. durch hinreichend große, paraboliſch angeordnete Ringe hindurchfliegen.

Nimmt man auf der wagerechten Seite des Brettes DN = Nn = nγ, d. h., da DN oben = ct geſetzt iſt, Dn = 2DN = 2ct (der doppelten Zeit), Dγ = 3DN u. ſ. w., ſo wachſen die lothrechten Linien NM, nm, $\gamma\mu$ (Fall, S. 415.), wie 1, 4, 9; und wenn Dπ = AE geſetzt wird, ſo ergibt ſich nach den Eigenſchaften der Parabel (der Kegelſchnitte) $\pi\mu = 2$ AE.* Daher werden die Abtheilungen DN = Nn (= $^1/_3$ $\pi\mu$) = $^2/_3$ AE; DP (= NM) = $^1/_9$ AE, Dp (= nm) = $^4/_9$ AE u. ſ. w., woraus ſich die Puncte M, m leicht ergeben.

Die Zeit t, in welcher der paraboliſche Bogen DM zurückgelegt wird, iſt (da NM = DP = gt^2 und alſo $t^2 = \frac{DP}{g}$) $= \sqrt{\frac{DP}{g}}$; und für die Geſchwindigkeit v an der Stelle M endlich findet man aus der Formel $v = \frac{ds}{dt}$ (Bewegung, S. 118.), $v^2 = c^2 + 4g \,.\, DP$.**

Dieß iſt die Theorie des „horizontalen Wurfes“, welcher ich nun auch noch eine nähere Betrachtung des

Schiefen Wurfes,

worauf ich hier ebenfalls zurückkommen wollte und die meine Leſer nicht weniger in Uebereinſtimmung mit der planetariſchen Centralbewegung, an welchem Nachweiſe mir, um es nochmals hervorzuheben, Alles liegt, finden werden.

Wird nämlich ein Körper vom Boden A (Fig. 1 der Tafel XXVI.) nicht in der Horizontallinie AB, ſondern nach der Richtung AN, die mit AB den ſchiefen Winkel NAB = α macht und mit der anfänglichen Geſchwindigkeit = K geworfen; ſo läßt ſich dieſe Geſchwindigkeit in eine horizontale nach AQ und in eine verticale nach QN zerlegen. Jene iſt (Zerlegung der Kräfte und Bewegungen) = K . cos α, dieſe K . sin α. Die erſtere muß als von der Schwere weiter gar nicht afficirt angenommen werden: ſie bleibt alſo ungeändert, und der ſteigende* Körper wird in der Zeit t, in welcher er mit der obigen Geſchwindigkeit K nach N gelangt ſeyn würde, horizontal eben ſo weit, als wenn die Bewegung frei von jenem Einfluſſe wäre, fortgerückt ſeyn, d. h. er wird ſich am Ende der Zeit t in der Verticallinie QN da befinden, wo AQ = K . cos α . t iſt. Der verticalen Bewegung durch QN = K . sin α. t. aber wirkt die Schwere gerade entgegen und bewirkt alſo, daß der Körper am Ende der Zeit t nicht in N (wohin

rückſichtigbaren Widerſtandes der Luft die Kugel klein und ſchwer, die Ringe aber etwas groß nehmen müſſen.

* Die Ordinate ($\pi\mu$) im Brennpuncte (π der Parabel) iſt der Hälfte des Parameters (welchen wir oben = 4 AE geſetzt hatten) gleich (alſo, wie vorſteht, = 2 AE).

** Man hat nämlich nach der höhern Geometrie die Gleichung $ds^2 = dx^2 + dy^2$. Nun iſt hier x = PM = ct, y = MN = gt^2, alſo dx = cdt, und dy = 2 gtdt, oder $dx^2 + dy^2 = ds^2 = dt^2 (c^2 + 4 g^2 t^2)$. Durch Subſtitution dieſes Werthes in die obige Formel $v = \frac{ds}{dt}$ oder $v^2 = \frac{ds^2}{dt^2}$, wird aber ſogleich $v^2 = c^2 + 4 g^2 t^2$ erhalten; und da endlich $t^2 = \frac{DP}{g}$, ſo ergibt ſich auch $v^2 = c^2 + 4 g \,.\, DP$, wie vorſteht. — Der Satz findet ſich meiſtens ohne dieſe analytiſche Entwicklung vorgetragen, daher ich manchen Leſer durch deren Hinzufügung zu verbinden hoffen darf.

* „Steigend“ nämlich muß der Körper natürlich immer gedacht werden.

er ohne dieſe gleichzeitige Gegenwirkung gelangt wäre), ſondern etwas tiefer, und zwar um ſo viel tiefer, etwann in M iſt, als der Raum $NM = gt^2$, durch welchen die Schwere den Körper während der Zeit t niedertreibt, erfordert. Dieſe Stelle M nimmt alſo der Körper am Ende der Zeit t im Raume wirklich* ein; und man hat demgemäß für dieſelbe

$AQ = K . \cos\alpha . t$, und

$QM = QN - NM = K . \sin\alpha . t - gt^2$.

Für die Stelle B, wo der geworfene Körper den horizontalen Boden AB wieder erreicht, wird $QM = 0$, mithin

$K . \sin\alpha = gt$, und $t = \frac{K . \sin\alpha}{g}$.

Subſtituirt man dieſen Werth von t in der Formel für AQ, welches ſich für die Stelle B in AB verwandelt, ſo erhält man die „Weite des Wurfs“**

$$AB = \frac{K^2 \sin\alpha . \cos\alpha}{g} = \frac{K^2 . \sin 2\alpha}{2g}.***$$

Für die Stelle D, wo der Körper die größte Höhe über dem Boden erreicht, oder wo QM alſo ein Maximum wird, muß das erſte Differential von QM, oder alſo $K . \sin\alpha . dt - 2\,gtdt = 0$ ſeyn. Hieraus folgt $t = \frac{K . \sin\alpha}{2g}$, †

oder* halb ſo groß, als für die Stelle B. Dieß in der Formel für AQ, welches ſich hier in AE verwandelt, ſubſtituirt, gibt

$$AE = \frac{K^2 \sin\alpha . \cos\alpha}{2g} = {}^1\!/_2\, AB$$

= der halben Weite des Wurfs; und in der Formel für QM deſſen Maximum, d. h. die geſuchte größte Höhe über dem Boden, nämlich

* Der von der Schwerwirkung unbehindert gedachte ſchiefe Wurf würde den Körper während der Zeit t, in den Schiefen AN, nach N geführt haben; die vertical agirende Schwere treibt ihn in eben der Zeit durch die Senkrechte NM; — und er befindet ſich alſo am Ende dieſer Zeit t wirklich in einem Puncte M, deſſen Lage nun durch die obigen Gleichungen eben näher beſtimmt wird.

** Ich erinnere daran, daß hierunter eben die horizontale „Weite“ verſtanden wird, welche dem wirklichen Wurfwege, hier ADB, entſpricht.

*** Indem $\sin\alpha . \cos\alpha = \frac{\sin 2\alpha}{2}$.

† Das zweite Differential von QM iſt $= -2\,gdt^2$, folglich immer negativ; daher entſpricht dem im Texte gefundenen Werthe von t nach den bekannten Sätzen wirklich ein Maximum.

* Dieß Wort „oder“ iſt das letzte, das aus des Theuern, Unvergeßlichen Feder gefloſſen: das letzte, welches die nimmer müde auf dieſem Sterne, den man Erde nennt, geſchrieben. Da legte er ſich hin, und nach einem kurzen bangen Traume war er nicht mehr: und von ſeinen Augen gefallen waren die Schleier, die Schranken und Banden, über die hinaus er ſo oft ſich geſehnt hatte: gelöſt war auf einmal das Räthſel, das ſchon den Jüngling, das den Mann, wie den Greis, mit ſchmerzlicher Raſtloſigkeit beſchäftigt und geängſtigt hatte; er war entſchwebt in das Land ſeiner Sehnſucht, zu dem er von je in ſo innigem Bezuge geſtanden, und erreicht war der Stern, der von vier Monden umkreiste, deſſen diamantner Schimmer ſeinen ganzen irdiſchen Wandel mit mildleuchtendem Nimbus bethaut. — Es war Montag am 31. Januar 1848 Abends 7 Uhr, da er dieß Wort, ach! ein verhängnißvolles geſchrieben, und ſchon Sonntag am 6. Februar Mittags 12 $^1\!/_2$ Uhr war die raſtloſe Hand erſtarrt: die Lippen, über die nur Worte der Milde, der Liebe und der Verſöhnung gefloſſen, verblichen, und ſein Fuß wandelte nicht mehr da, wo die Lebendigen wandeln. —

Freitags den 11. Februar Morgens trugen ſie ihn hinaus in das einſame ſtille Haus, in das noch ſtillere „Still-Leben:“ ihn, den ewig zu Beweinenden, den Vollendeten, den Glücklichen, der grau geworden im Dienſte des Staates, der jung geblieben im Umgange mit den Muſen, den Unſterblichen im Dienſte der reinſten Humanität. Er erreichte das Alter von 68 Jahren drei Monaten und zwölf Tagen.

Dr. Woldemar Nürnberger
(M. Solitaire).

$$DE = \frac{K^2 . \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{K^2 . \sin^2 \alpha}{4g}$$
$$= \frac{K^2 . \sin^2 \alpha}{4g}.$$

Was die vom Körper (ſeinem Schwerpuncte) beſchriebene Linie (die Bahn) anbelangt, ſo folgt ſchon aus den vorausgeſchickten allgemeinen Betrachtungen aller Wurfbewegungen, daß ſolche auch hier eine Parabel ſey. Will man jedoch dieſe Curve auf rechtwinklige Coordinaten beziehen, die Verticale EC zur Abſciſſen-, und eine im höchſten Puncte D, als Urſprung, horizontal gezogene Gerade* zur Ordinaten-Axe annehmen, ſo wird für einen beliebigen Punct M

$$x = DP = DE - PE = DE - QM$$
$$= \frac{K^2 \sin^2 \alpha}{4g} - K . \sin \alpha . t + gt^2,$$
$$y = PM = QE = AE - AQ =$$
$$\frac{K^2 \sin \alpha . \cos \alpha}{2g} - K . \cos \alpha . t,$$
$$y^2 = \frac{K^4 \sin^2 \alpha . \cos^2 \alpha}{4 g^2} - \frac{K^3 \sin \alpha . \cos^2 \alpha . t}{g}$$
$$+ K^2 \cos^2 \alpha . t^2 = \frac{K^2 \cos^2 \alpha}{g}$$
$$\left(\frac{K^2 \sin^2 \alpha}{4g} - K \sin \alpha . t + gt^2\right)$$

d. h. durch Subſtitution

$$y^2 = \frac{K^2 \cos^2 \alpha}{g} x.$$

Dieß iſt aber die Gleichung einer Parabel, welche ihren Scheitel in D und einen Parameter $= \frac{K^2 \cos^2 \alpha}{g}$ hat (vergl. den Art. Parabel im 2. Band S. 246). Es wird daher beim ſchiefen Wurfe mit der Anfangs-Geſchwindigkeit K dieſelbe Parabel beſchrieben, deren Hälfte DB beim horizontalen Wurfe von D aus mit der Geſchwindigkeit $c = K \cos \alpha$ beſchrieben worden wäre (wo α den Winkel der urſprünglichen Richtung des ſchiefen Wurfs mit der Horizontallinie, den Elevations-Winkel, bedeutet), und welcher nach dem Vorhergehenden ein, dem 4fachen der der Geſchwindigkeit $K \cos \alpha$ entſprechenden Höhe gleicher Parameter zugehört. Da nun der Brennpunct (F) einer Parabel (vergl. wieder dieſen Art.) vom Scheitel (D) um ¼ des Parameters abſteht, ſo folgt aus dem eben Geſagten, daß dieſer Abſtand (DF) im gegenwärtigen Falle derjenigen Höhe ſelbſt gleich iſt, welche der Geſchwindigkeit c oder (hier) $K \cos \alpha$ entſpricht.

Die Zeit t, binnen welcher der Körper den paraboliſchen Bogen AM zurücklegt, iſt (da $AQ = K . \cos \alpha . t$) $= \frac{AQ}{K \cos \alpha}$; alſo, weil K und α ſtets denſelben Werth behalten (konſtante Größen ſind), AQ proportional, und die ganze, zur Durchlaufung von ADB nöthige Zeit die Wurfdauer $= \frac{AB}{K \cos \alpha}$ oder mit Rückſicht auf den obigen Werth von AB $\left(\text{nämlich } \frac{K^2 \sin \alpha . \cos \alpha}{g}\right)$ $= \frac{K \sin \alpha}{g}$, wie wir ſchon früher auf einem andern Wege gefunden haben.*

Was nun endlich die Geſchwindigkeit v des geworfenen Körpers für den Punct M in der Richtung der Tangente betrifft, ſo iſt dieſelbe aus der horizontalen Geſchwindigkeit $K \cos \alpha$ und der verticalen $K \sin \alpha - 2 g t$** zuſam-

* Dieſe horizontale Gerade wurde in der Figur weggelaſſen, um Letztere nicht zu ſehr mit Linien zu überladen, und ſich der Leſer leicht eine durch D parallel mit AB, alſo ſenkrecht auf CE, gezogene Gerade hinzu denken kann.

* Dieſe „Wurfdauer“ iſt derjenigen Zeit gleich, in der der Körper die Horizontale AB mit der konſtanten Geſchwindigkeit $K \cos \alpha$ durchlaufen würde. Denn man hat bei gleichförmigen Bewegungen allgemein: $\text{Zeit} = \frac{\text{Raum}}{\text{Geſchwindigkeit}}$, alſo hier $\text{Zeit} = \frac{AB}{K \cos \alpha}$ = der Wurfdauer.

** Es entſpricht nämlich dem Puncte M die horizontale Gerade $AQ = K \cos \alpha . t$, und die verticale $QM = K \sin \alpha . t - g t^2$; daher auch die horizontale Geſchwindigkeit $\frac{d AQ}{dt} = K \cos \alpha,$

mengeſetzt. Mithin iſt (vergl. *Zuſammenſetzung der Kräfte und Bewegungen*)

$$v^2 = K^2 \cos^2\alpha + (K \sin\alpha - 2 g t)^2$$
$$= K^2 \cos^2\alpha + K^2 \sin^2\alpha - 4 g K \sin\alpha . t + 4 g^2 t^2$$
$$= K^2 \cos^2\alpha + 4 g \left(\frac{K^2 \sin^2\alpha}{4 g} - K \sin\alpha . t + g t^2 \right)$$
$$= K^2 \cos^2\alpha + 4 g DP$$ (nach der obigen Formel)

und die ihr entſprechende Höhe

$$= \frac{v^2}{4 g} = \frac{K^2 \cos^2\alpha}{4 g} + DP = \tfrac{1}{4}\text{ Parameter} + DP = DF + DP.$$

Da man aber vermöge der Eigenſchaften der Parabel ſtets DF + DP = FM hat,* ſo iſt für jeden Punct M, den der geworfene Körper zu irgend einem Augenblicke einnimmt, *die aus dem Brennpunct F nach jenem Punct gezogene Gerade FM derjenigen Höhe gleich, welche der Geſchwindigkeit v des Körpers in M entſpricht.*** Hiernach iſt AF die Höhe, welche der anfänglichen Geſchwindigkeit K zugehört, und da ferner alle Puncte des Bogens ADB in Bezug auf die Axe DE ſymmetriſch liegen, demnach jeder Geraden FM auf der andern Seite dieſer Axe eine ihr gleiche Fm, alſo auch eine gleiche Geſchwindigkeit entſpricht: ſo nimmt dieſe Geſchwindigkeit von D bis B genau eben ſo *zu*, als ſie von A bis D *abgenommen* hatte,* und iſt im Puncte B ſelbſt eben ſo groß als in A, oder es erreicht der Körper den Boden in B mit derſelben Geſchwindigkeit, mit welcher er von A ausgegangen war.

Das Vorhergehende dürfte für unſern Zweck, die Analogie zwiſchen Wurf- und planetariſcher Centralbewegung nachzuweiſen, und die Hauptſätze aus der Theorie der Erſtern zu entwickeln, genügen. In der That beſteht, um es kurz zu reſumiren, der weſentlichſte Unterſchied zwiſchen der Bewegung eines irdiſchen „geworfenen" Körpers (abgeſehen vom Widerſtande der Luft) und der eines Planeten, Kometen u. ſ. w. darin, daß auf Erſtern eine *konſtante* Kraft (die örtliche Schwere), ſtets parallel mit ſich ſelbſt wirkend, angenommen wird; während die auf Letztern ihren Einfluß ausübende *Gravitation* gegen den Centralkörper gerichtet, und von der Entfernung dieſes Centralkörpers abhängig, alſo *veränderlich* iſt. Die *vollſtändige* Auseinanderſetzung der Wurfbewegung aber gehört in die „Balliſtik," oder „die Lehre von den geworfenen Körpern,„ wo auch auf den Widerſtand der Luft

und die vertikale $\frac{dQM}{dt} = K \sin\alpha - 2 g t$.

* Um den Beweis dieſer Gleichung hier nicht fehlen zu laſſen, ſuchen wir, ſolche aus der Gleichung der Parabel $y^2 = \frac{K^2 \cos^2\alpha}{g} . x = 4 DF . x$ herzuleiten. Zu dieſem Behufe ſetzen wir für y^2 und x reſp. deren Werth $MP^2 = MF^2 - PF^2 = MF^2 - (DF - DP)^2$ und DP. Dann ergibt ſich

$$MF^2 - (DF - DP)^2 = 4 DF . DP$$

oder

$$FM^2 = (DF - DP)^2 + 4 DF . DP = (DF + DP)^2,$$

oder, wenn man auf beiden Seiten die Quadratwurzel auszieht, FM = DF + DP.

** D. h. mit andern Worten: Wenn der Körper in M anlangt, ſo iſt ſeine Geſchwindigkeit genau eben ſo groß, als wenn er von einer Höhe = FM *vertikal* herunter gefallen wäre. Sei z. B. FM = 10 Fuß, ſo wird die Geſchwindigkeit in M (vergl. vorn die Anmerk. auf S. 734 dieſes Bandes) = (nahe) 25 Fuß; der Körper würde, wenn hier plötzlich die Schwerkraft auf ihn zu wirken aufhörte, in jeder Secunde 25 Fuß geradlinig nach der Richtung der Tangente bei M durchlaufen.

* Nach dem obigen Theorem nimmt nämlich die Geſchwindigkeit offenbar mit der Geraden FM zugleich zu und ab, iſt daher in A und B am größten und in D am kleinſten. Dieß folgt auch unmittelbar aus dem für v^2 gefundenen Werthe $K^2 \cos^2\alpha + 4 g DP$, welcher für DP = 0, alſo im Puncte D ein Minimum wird.

nothwendigerweiſe Rückſicht genommen werden muß, und welche man in allen Lehrbüchern der Mechanik mehr oder weniger ausführlich vorgetragen findet.

Wurm'ſche Reihe; einen lateiniſchen und franzöſiſchen Ausdruck werden ſich die Leſer leicht ſelbſt bilden. Die nach dem nun verewigten Profeſſor Wurm zu Stuttgart mit dieſem Namen belegte Progreſſion der mittleren Planeten-Entfernungen von der Sonne. Schon Kepler bemerkte, als er die verſchiedenen Abſtände der zu ſeiner Zeit bekannten ſechs Planeten * näher unterſuchte, daß ſie ſämmtlich der Reihe nach ſehr nahe durch die Zahlen 4, 7, 10, 16, 52, 95 dargeſtellt werden könnten, welche Zahlen ein beſtimmtes und leicht erkennbares Geſetz befolgen, indem man 7 = 4 + 3, 10 = 4 + 2mal 3, 16 = 4 + 4mal 3, 52 = 4 + 16mal 3, 95 = (nahe) 4 + 32mal 3 hat; wo nur zwiſchen den beiden Planeten, deren Entfernungen durch 16 und 52 ausgedrückt worden, nämlich zwiſchen Mars und Jupiter, jenes Geſetz unterbrochen wird, und das Glied 4 + 8mal 3 = 28 fehlt. Dieſe ſchöne Entdeckung nahm nach Kepler zuerſt der uns aus dem Art. Kometen, I. B. S. 923 und vielen andern Stellen dieſes Werkes bekannte Lambert, dann aber vorzüglich der Berliner Hofaſtronom Bode wieder auf, welcher oftmals die Bemerkung ausſprach, daß der Raum zwiſchen den Planeten Mars und Jupiter auffallend groß, und daher wahrſcheinlich ein wegen ſeiner Kleinheit noch nicht aufgefundener Planet daſelbſt vorhanden ſey. **

Als nun vollends im Jahr 1781 der berühmte Herſchel den Uranus (vgl. d. Art.) entdeckte, und deſſen mittlere Entfernung von der Sonne = 196 = 4 + 64mal 3, alſo gleichfalls dem obigen Abſtands-Geſetze gemäß, gefunden wurde, ſteigerte ſich die Hoffnung und das Bemühen der Aſtronomen, auch die einzige Lücke in jenem Geſetze durch wirkliche Entdeckung des vermutheten Planeten auszufüllen. Da man denſelben nur von geringer Größe vorausſetzen mußte, ſo war eine genaue Unterſuchung und wiederholte Beobachtung der kleinern Sterne nothwendig, welche Arbeit mehrere Aſtronomen auch ſofort unternahmen, und am 1ſten Januar 1801, alſo in der erſten Nacht des jetzigen Jahrhunderts, entdeckte Piazzi die Ceres, ſodann am 28. März 1802 Olbers die Pallas, am 1. September 1804 Harding die Juno und am 29. März 1807 abermals Olbers die Veſta (vergl. die Einzel-Artikel und Planetoiden), welche Geſtirne ſämmtlich den vorausgeſetzten Ort beiläufig einnahmen, und man dergeſtalt ſtatt Eines Planeten jetzt deren vier gefunden hatte. *

Schon nach der Entdeckung der Pallas war Olbers durch den Umſtand, daß die Bahn dieſes Planetoiden und die Ceres-Bahn, da die halben großen Axen derſelben nahe gleich ſind, wie zwei Reifen in einander ſtecken, auf eine ſehr ſinnreiche Hypotheſe geführt worden. Er meinte nämlich, da zwiſchen Mars und Jupiter nach Keplers Vermuthung ein größerer Planet die Sonne in der mittleren Entfernung = 28 umkreiſte, und wir jetzt nur noch ſehr kleine Planetchen daſelbſt wahrnähmen, ſo wäre es wahrſcheinlich, daß die Letztern Bruchſtücke jenes Erſtern ſeyen, der durch den Stoß eines äußern Körpers oder durch andere Naturkräfte in mehrere Theile zerſprengt worden. Man würde demnach außer der Ceres und Pallas wohl noch mehrere planetariſche Trümmer auffinden, welche bei ihren Umläufen immer nahe durch den niederſteigenden Knoten der Pallasbahn auf der Bahn der Ceres gehen, und alſo in der Nähe dieſes Knotens aufgeſucht werden müßten. Dieſe Olbers'ſche Hypotheſe, welche Lagrange in der

* Nämlich Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn.

** Ueber eine ganz gleichlautende Vermuthung des Königsberger Weltweiſen vgl. die Anmerk. zum Art. Ceres, S. 165 des erſten Bandes.

* Eine detaillirte Erzählung dieſer Entdeckung findet man in der vortrefflichen »Geſchichte der Aſtronomie vom Anfange des 19. Jahrhunderts bis zu Ende des Jahres 1842 von G. A. Jahn.« Leipzig, 1844, 2 Bde. gr. 8.

Connaissance des Temps, 1814, ſogar zu beweiſen verſuchte, wurde durch die Entdeckung der Juno noch wahrſcheinlicher, und als nun Olbers ſelbſt die von ihm angegebenen Gegenden des Himmels, ganz beſonders aber die Sternbilder Wallfiſch und Jungfrau, mit einer ungemein ſeltenen Ausdauer durchforſchte, war er ſo glücklich, ſeine Bemühungen glänzend belohnt zu ſehen, und den vierten Planetoiden, die Veſta, zu entdecken. Dieſer Fund, ſagt Littrow, war daher nicht, wie ſo viele andere, bloß dem blinden Zufalle zuzuſchreiben, ſondern das Glück wurde durch Ueberlegung herbeigeführt, und es läßt ſich darauf mit Recht die ſchöne Stelle des alten Dichters anwenden:

Οὐ τύχης, οὐκ ἀρετῆς, ἀλλ' ἀρετῆς εὐτυχομένης.

Nicht dem Glücke, nicht dem Verdienſt, ſondern dem glücklichen Verdienſt.

Welchen Triumph würde der ehrwürdige Olbers aber erſt gefeiert haben, wenn es ihm vergönnt geweſen wäre, eine abermalige Beſtätigung ſeiner Hypotheſe in der neueſten Zeit durch die Auffindung von vier neuen „planetariſchen Trümmern" zu erleben! Am 8. December 1845 nämlich entdeckte Hencke zu Drieſen, ein eifriger Verehrer der Sternkunde, die Aſträa (vergl. Planetoiden, 2. Bd. S. 326), am 1. Juli 1847 derſelbe die Hebe; ferner der engliſche Aſtronom Hind die Iris am 13. Auguſt, und die Flora* am 18. October 1847, alle 4 Planetoiden wiederum nahe den mehrmals genannten Ort einnehmend. Möge daher der Engländer Herſchel (der Jüngere), ein Gegner der Olbers'ſchen Anſicht, immerhin ſpöttiſch die Bemerkung machen: „This may serve as a specimen of the dreams, in which astronomers, like other speculators, occasionally and harmless indulge" — wir antworten ihm mit dem deutſchen Schriftſteller Lichtenberg: daß man die Leute, und das, was in ihnen iſt, oft ſehr gut aus ihren Träumen erkenne.

Die Elemente der drei erſten dieſer neuen Planetoiden ſind bereits (nämlich die der Aſträa im Art. Planetoiden, S. 327, und der Hebe und Iris im Art. Veſta, S. 654 und 655 dieſes Bandes) angeführt. Zur Vervollſtändigung geben wir daher auch nach den „Aſtronomiſchen Nachrichten," Nro. 623, die

Elemente der Flora.

	1848. Januar 0. Mittler. Greenw. Mittag.	
Mittlere Länge (M)	68° 27′ 47″	m. Aeq. 1848, Jan. 0.
Länge des Perihels (π)	32° 48′ 45″	
Länge des aufſteigenden Knotens (☊) .	110° 19′ 6″	
Neigung der Bahn (i)	5° 52′ 48″	
Excentricitätswinkel (φ)	9° 1′ 26″	
Logarithmus der halben großen Axe (log a), die der Erdbahn = 1, ...	0,34261,	
Mittlere tägliche Bewegung (μ)	1086″66.	

Endlich iſt unſern Leſern ſchon aus den Art. Perturbationen und Planeten (2. Bd. S. 311 u. S. 327 flgd.) die ſcharfſinnige Entdeckung des Neptun durch Leverrier bekannt, welchen glänzenden Bereicherungen zufolge die

* In einem Schreiben an den Herausgeber der „Aſtronomiſchen Nachrichten" unter dem 12. October 1847 ſchlägt der Baronet Herſchel für den nächſten zu entdeckenden Planetoiden den Namen Flora vor, ohne zu wiſſen, daß ſein Vorſchlag ſchon 6 Tage nachher in Betracht kommen könne. Er ſagt am Schluſſe der darauf bezüglichen Stelle ſeines Briefes: *Pallas, Juno, Ceres* and *Vesta,* as sober and majestic Duennas will abundantly provide for the respectability of the groupe between Mars and Jupiter, while *Astraea, Iris, Hebe* and *Flora* will attract all eyes and fill all imaginations with sweet and gracefull images"

„Wurm'ſche Reihe," ſtatt wie zu Keplers Zeiten aus ſechs, heute vielmehr aus ſechszehn Gliedern beſteht, deren Geſetz* durch keine Lücke mehr unterbrochen wird. Wir laſſen nun dieſe merkwürdige Reihe in der angegebenen Ausdehnung folgen, indem wir nur noch bemerken, daß jedes Glied derſelben mit 2 Millionen multiplicirt werden muß, um die mittlere Entfernung von der Sonne in Meilen zu erhalten. Dann fügen wir rechts dieſe mittlere Entfernung, wie ſie die Beobachtung gibt, hinzu, um deren nahe Uebereinſtimmung mit der „Wurmſchen Reihe" zu zeigen, und ſetzen links das aſtronomiſche Zeichen (vgl. den Art. Zeichen, aſtronomiſche) des Planeten (oder Planetoiden).

Mittlere Entfernung von der Sonne.

		Nach der Wurm'ſchen Reihe.	Nach der Beobachtung (die mittl. Entf. d. Erde = 10).
☿	Merkur	4	3,870938
♀	Venus	4 + 3 = 7	7,233317
♁	Erde	4 + 2 . 3 = 10	10,000000
♂	Mars	4 + 4 . 3 = 16	15,236910
⚶	Veſta		23,61
	Flora		23,67
	Iris		23,78
	Hebe	4 + 8 . 3 = 28	24,37
	Aſträa		25,80
⚵	Juno		26,69
⚳	Ceres		27,71
⚴	Pallas		27,73
♃	Jupiter	4 + 16 . 3 = 52	52,027911
♄	Saturn	4 + 32 . 3 = 100	95,388500
♅	Uranus	4 + 64 . 3 = 196	191,823890
♆	Neptun	4 + 128 . 3 = 388	300,080000.**

Dieſe ſechszehn Hauptplaneten mit ihren Monden bilden den Inhalt eines lateiniſchen Feſtgedichts, welches der Herr Pfarrer J. H. Fleiſchhauer dem nun in das Jenſeits hinübergegangenen Auctor dieſes Werkes zu deſſen fünfzigjährigem Amts-Jubiläum (am 12ten December 1847, gerade 8 Wochen vor dem Todestage) überſandte.*** Wir glauben im Geiſte des Verblichenen zu handeln, wenn wir den Leſern dieſe Verſe mittheilen, und zugleich eine freie Ueberſetzung derſelben hinzufügen:

* Dieſes Geſetz beſteht nämlich darin, daß die mittlere Entfernung (halbe große Axe) des $n$ten Planeten (die 8 Planetoiden für Einen den fünften gezählt) $= 4 + 2^{n-2} . 3$ iſt, wo für den Factor 2^{n-2}, ſobald $n - 2$ negativ wird, Null geſetzt werden muß.

** „Dürfte man wohl die Vermuthung ausſprechen," ſagt der Leipziger Aſtronom Jahn in ſeiner vorn erwähnten Geſchichte der Aſtronomie, S. 2, „daß dieſes merkwürdige Geſetz kein Werk des Zufalls, ſondern vielmehr auf eine phyſiſche Urſache begründet ſey? Wir wiſſen nicht, ob dieſe Frage ſchon ein Mal und von wem aufgeworfen worden iſt. Oder ſteht die geometriſch-arithmetiſche Progreſſion, welche in den mittlern Diſtanzen der Planeten von der Sonne unverkennbar herrſcht, mit dem dritten Kepler'ſchen Geſetze vielleicht, wenigſtens indirect, in Verbindung?"

Hoffen wir, daß die Zukunft dieſe Frage beantworten, und dereinſt ein neuer Newton die Wurm'ſche Reihe aus einem allgemeinern Himmelsgeſetze theoretiſch herleiten werde!

*** Vergl. d. Art. Planeten (2. Bd. S. 321). Die daſelbſt befindlichen Verſe konnten jedoch nur das Sonnen-Syſtem, wie es damals bekannt war, umfaſſen.

Systema solare,

quod nostri temporis astronomia docet.

Mercurius primus; *Venus* altera; tertia *Tellus;*
Mars quartus; tunc per tot saecula quae latuere,
Illae inter sese mire junctae sorores,
Quas Vigiles coeli spectant: *Flora, Iris* et *Hebe*
*Vesta*que, tunc *Pallas Juno*que, *Astrae Ceres*que.
Si quaeris, qui sint feliciter has speculati? —
*Hindius Hardingus*que, *Piazzius, Henckius, Olbers.*
Jupiter insequitur, vasto omnes corpore praestans,
Dein priscus *Saturnus* et *Uranus Herschelianus,*
Quos ambit grandi *Neptunus* ab Arte repertus;
Gallius in coelo novit, mirabile dictu,
Quod *Leverrierus* Gallus ratione putarat.
Ergo in stelligero *Terrae* sunt *sedecim* Olympo.
Sed quoque fulgentes lunae sunt hisce planetis:
Tellurem nostram comitatur *Luna* satelles,
Atque *Jovi* rutilo *custodes quattuor adstant,*
Septem Saturno, quem et *triplex annulus* ornat;
Cingitur a *lunis* tandem sex *Uranus* exter.
Ecce *novem lunas* numerat *bis* — *Phoebus Apollo.*
Num sint *Neptuno comites,* quis noscere possit?! —
Coelum at linquentes metam properemus ad ipsam!
Vir Venerande, — mihi Tua nam clementia nota est, —
Versiculos hos incomtos hilari accipe fronte!
Anne Tuas blando describam carmine laudes? —
En, Tua laus floret, — spatio non clauditur ullo.
Sit Deus Omnipotens semper Tibi comis Amicus,
Donec inhumanae Parcae Tua fila resolvent;
Tunc placida et mollis Mors Te bene ducat ad Astra,
Quae vivus jam saepe sagaci animo peragrasti.

Ueberſetzung vom Dr. E. F. Vogel.*

Das Planeten-Syſtem,

wie die gegenwärtige Zeit daſſelbe kennt.

Merkur führt an den Reigen, ihm folgt die Venus nach;
Dann iſt's der Erd-Planet, der eine Bahn ſich brach,
Und weiterhin wälzt Mars ſich an des Himmels Raum.
Acht Schweſtern folgen nun, die am azurnen Saum
Der Forſcher ſpähend Heer zu unſrer Zeit entdeckt,
Obſchon ſie ehedem beharrlich ſich verſteckt:
Die Flora nenn' ich Dir, die Iris, Hebe dann;
Die Veſta kommt hierauf, die Pallas und der Juno Licht,
Das vor Aſträa noch und Ceres zu uns ſpricht.
Piazzi hat hiebei mit Olbers ſich vereint;
Und Hind und Harding, ſammt dem deutſchen Sternenfreund,
Sammt Hencke, haben ſtets den Himmel ſcharf bewacht,
Bis ſie die Schweſtern all' entdeckt in dunkler Nacht.

* Aus den in Leipzig erſcheinenden „Wöchentlichen Unterhaltungen für Dilettanten und Freunde der Aſtronomie, Geographie und Witterungskunde." Redacteur Dr. G. A. Jahn.

Es folgt am Himmelsplan der große Jupiter,
Nach dieſem ſchreitet ernſt Saturnus gleich einher;
Und an den Uranus, den Herſchel einſt gefunden,
Schließt ſich Neptunus an, das Kind der jüngſten Stunden,
Die Gall' mit Forſchergeiſt dem Himmelsraum geweiht,
Indeß Leverrier ſich ſeiner Rechnung freut.
Doch zeigt uns der Olymp, von unten aus geſehn,
Sechszehn Planeten auch, die ſtolz am Himmel ſtehn,
So iſt geſchloſſen doch der Wandelſterne Zahl
Noch nicht; im großen Wolkenſaal
Gibt außerdem der Mond der Erde das Geleit,
Und um den Jupiter, der hoch im Glanz gedeiht,
Sind ſchon der Diener vier, und ſieben um Saturnus,
Der in zwei Ringen ſchlägt um ſich den Feuer-Burnus.
Ja, ſelbſt der Uranus, in weit entlegner Ferne,
Sechs Monde zieht er nach, ſechs beigegebne Sterne.
Monde ſind zweimal neun demnach am Himmel verbreitet;
Auch Neptun wird vielleicht von ähnlichen Sternen begleitet.
Was die Forſcher erkannt in des Himmels unendlicher Ferne,
Das, Verehrter, liegt klar vor Dir, dem Kenner der Sterne;
Schau' noch lange empor zur lichten Glanz-Bahn dort oben,
Bis ein höherer Wink zu ihr Dich ſelbſt einſt erhoben!

Z.

Zahl, Galilei'ſche, ſ. Galilei'ſche Zahl.

Zahl, goldene, ſ. Goldene Zahl.

Zeichen, aſtronomiſche; Signa astronomica; *Signes astronomiques.* Die von den Aſtronomen zur Andeutung häufig ſtattfindender Erſcheinungen, oder auch zur Abkürzung oft vorkommender Benennungen gewählten Symbole. Ohne uns auf eine nähere Unterſuchung über die Bedeutung dieſer Symbole einzulaſſen, welche theils von ſelbſt verſtändlich, theils, als aus uralten Zeiten ſtammend, vielleicht entſtellt zu uns gekommen, auf keine Weiſe mehr zu entziffern ſind, werden wir im gegenwärtigen Artikel eine Ueberſicht der gebräuchlichſten dieſer Zeichen geben, mit alleiniger Ausnahme der „Zeichen des Thierkreiſes," auf welche wir in einem beſonderen Artikel (dem unmittelbar folgenden) zurückkommen.

Was zuvörderſt die Planeten betrifft, ſo ſind die „aſtronomiſchen Zeichen" derſelben, außer in den jedem Einzelnen gewidmeten Art., vollſtändig in Wurm'ſche Reihe S. 742 angegeben*, mithin deren Wiederholung hier überflüſſig. Ein Gleiches gilt von den Wochentagen, deren Bezeichnung ſich im Artikel Woche vorfindet.

Das Zeichen der Sonne iſt ☉, des Mondes ☾ und den Configurationen (Aspecten, vergl. den Artikel) entſprechen die Symbole

☌ Conjunktion,
☍ Oppoſition,

* Rückſichtlich der 4 neuen Planetoiden hat der Profeſſor Encke das Zeichen der Aſträa (ein umgekehrter Anker, der im Familien-Petſchaft des Entdeckers Hencke enthalten iſt), Hofrath Gauß Name und Zeichen der Hebe (eine Schale), Hind ſelbſt das Zeichen der Iris (ein Regenbogen, durch die Linie des Horizonts begrenzt, mit einem Sterne im Halbkreiſe) und John Herſchel (vgl. die Anmerkung auf S. 741) Name und Zeichen der Flora gewählt.

Das Zeichen des Neptun (ein Dreizack) wurde ebenfalls von Leverrier ſelbſt vorgeſchlagen.

△ Gedritt- oder Trigonalſchein,
□ Quadratur,
✱ Geſechst- oder Sextilſchein.

Es wird z. B. die Conjunktion von Merkur und Jupiter durch ☿ ☌ ♃ angedeutet.

Die Bezeichnungen der Mondphaſen (vergl. den Artikel) ſind

● Neumond. ○ Vollmond.
☽ Erſtes Viertel. ☾ LetztesViertel.

Den aufſteigenden Knoten bezeichnet man durch ☊ und den niederſteigenden durch ☋.

Gerade Aufſteigung (Ascensio recta) wird durch A R., Abweichung (Declinatio) durch D. oder auch durch Decl. angedeutet.

Ein + vor der Abweichung oder Breite eines Geſtirns beſagt, daß dieſe Abweichung oder Br. nördlich, ein — daß ſie ſüdlich iſt.

Das Zeichen des Grades iſt o, der Stunde h, der Minute ′, der Secunde ″, der Tertie ‴ u. ſ. w.

Die Conſtellationen der Jupiterstrabanten ſind in Gruithuiſen's Jahrbuch ſo angegeben, wie man ſie durch ein aſtronomiſches Fernrohr, wo Oſten rechts und Weſten links liegt, erblickt. Es will demnach z. B. 1841. 23. November 23h 46′ 38″ (3 2 ♃ 1 4) ſagen, daß zu dieſer Zeit der 1. Mond öſtlich, der 2. weſtlich vom Jupiter, der 4. öſtlich vom 1. und der 3. weſtlich vom 2. erſcheint. Steht für einen Mond ein ſchwarzer Punkt •, z. B. (3 2 • ♃ 4) ſo bedeutet dies, daß ſich der Mond hinter der Jupitersſcheibe befindet, verfinſtert wird (vgl. Finſterniſſe 1. Bd. S. 536), und ein Ringelchen ∘, z. B. (2 ∘ ♃ 3 4) zeigt an, daß der entſprechende Mond vor dem Jupiter vorüber geht, den Letzteren verfinſtert.

Für einen Kometen ſteht in Schumacher's „Aſtronomiſchen Nachrichten" das Zeichen ☄, und die Elemente der Bahn ſind daſelbſt folgendermaßen bezeichnet:

M Mittlere Länge.
π Länge des Periheliums.
☊ Länge des aufſteigenden Knotens.
i Neigung (Inclinatio) der Bahn.
φ Excentricitätswinkel.
e Excentricität.
a Halbe große Axe.
μ Mittlere tägliche Bewegung.

Dies wären etwann die gebräuchlichſten dieſer „aſtronomiſchen Zeichen," von denen, wenn ſich dieſelben gleich theilweiſe ſchon in den entſprechenden Artikeln angeführt finden, dennoch eine gedrängte Zuſammenſtellung den Leſern nicht überflüſſig erſcheinen dürfte. Es fehlen demnach zur Vervollſtändigung des Artikels nur noch die ſchon Eingangs deſſelben, mit dem Verſprechen, ihnen einen beſonderen Art. zu widmen, vorbehaltenen

Zeichen des Thierkreiſes, Zeichen der Ekliptik, himmliſche Zeichen; Signa coelestia, Dodecatemoria; *Signes du Zodiaque, signes célestes.* So werden die zwölf Theile genannt, in welche die Aſtronomen ſchon im grauen Alterthume den Thierkreis und die Ekliptik eingetheilt haben. Die größtentheils von Thieren (Widder, Stier u. ſ. w.) entnommenen Namen und Charaktere dieſer „Zeichen" finden unſere Leſer in der Ordnung, wie ſie auf einander folgen, im Art. Ekliptik (1. Bd. S. 297), eine Deutung jedes Einzelnen derſelben aber im Thierkreis (2. Bd. S. 579 ff.), daher wir die Vergleichung beider AA. als Ergänzung des Gegenwärtigen auf das Angelegentlichſte empfehlen.

Vor ungefähr 2200 Jahren nahm das Sternbild des Widders in der That das erſte Zeichen des Thierkreiſes, nämlich die erſten 30 Grade der Ekliptik, vom (damaligen) Durchſchnittspunkte derſelben mit dem Aequator (dem Frühlingspunkte) öſtlich gezählt, ein; im zweiten Zeichen (den folgenden 30°) befand ſich das Sternbild Stier, im dritten das der Zwillinge u. ſ. w.: d. h. es ſtanden damals ſämmtliche zwölf Sternbilder wirklich in den eben nach ihnen benannten Zeichen. Da jedoch jener Frühlingspunkt durchaus keinen feſten Platz rückſichtlich der Fixſterne behauptet, ſondern (vergl. Vorrücken der Nachtgleichen) jährlich etwann um 50⅓ Secunden auf der Ekliptik rückwärts, nach Weſten, rückt, ſo wird derſelbe natürlich nach und nach einen andern, weſtlicher gelegenen, Ort unter den unverändert den ihrigen behaltenden Sternbil-

dern * einnehmen, oder es werden die letztern ſämmtlich nach Oſten vorgerückt erſcheinen. Dieſes Rückwärtsgehen des Frühlingspunktes beträgt in 2200 Jahren ($2200 \times 50\tfrac{1}{3}'' = 110733'' =$ nahe) 30 Grad, und daher kommt es, daß jetzt, zu unſerer Zeit, die erſten 30 Grade (das erſte Zeichen) nicht mehr von dem Sternbilde Widder, ſondern von dem (30° weſtlicher gelegenen) der Fiſche, das zweite Zeichen, ſtatt wie ehedem vom Sternbilde Stier, jetzt vom Widder, das dritte Zeichen nicht mehr von den Zwillingen, ſondern von dem Stiere u. ſ. w. eingenommen werden, kurz daß, weil der Frühlingspunkt nahe um 30° gegen Weſten gerückt iſt, alle zwölf Sternbilder nun eben ſo viel, d. h. um den Raum eines ganzen ſolchen Bildes gegen Oſten vorgerückt erſcheinen, und man daher ſorgfältig die Sternbilder oder gebildeten Zeichen (asterismos) von den eigentlichen oder ungebildeten (signis, dodecatemoriis) zu unterſcheiden hat**.

Die alten Aſtronomen pflegten häufig die Länge der Geſtirne durch dieſe Himmelszeichen anzugeben, und ſagten z. B. von einem Stern, deſſen Länge 100° betrug, daß er in der Mitte des Krebſes ſtehe, oder daß ſeine Länge ♋ 10° ſey (d. h. 10 Grade im vierten Zeichen, weil $3 \times 30° + 10° = 100°$). Es war auch dieſe Sprache dem damaligen Stande des Himmels, wo Zeichen und Sternbilder zuſammenfielen, ganz angemeſſen. Wenn aber dieſelbe Sprache und Bezeichnungsart auch noch zu unſern Tagen in vielen Kalendern beibehalten wird, ſo muß dieſelbe als durchaus unpaſſend und unzweckmäßig angeſehen werden, da ſie nur zu Irrungen Anlaß geben kann. Man lieſt z. B. in dieſen Kalendern, daß der Mond an einem gewiſſen Tage die Länge 10° ♉ oder 10° im Stier habe. Eine ſolche Bezeichnung auf den heutigen Stand des Himmels, wo das Sternbild des Stieres nahe im 61ten Grade der Länge beginnt, angewandt, würde bedeuten, daß die gedachte Länge des Mondes gleich ($60 + 10 =$) 70 Graden ſey, da man doch nur den 40ten Grad der Länge damit bezeichnen wollte. Jene Schreibart bezieht ſich nämlich auf das Zeichen ♉, d. h. auf denjenigen Raum im Thierkreiſe, den das Sternbild Stier ehemals eingenommen hatte, demgemäß man jetzt den Mond um die angegebene Zeit nach dem vorn Geſagten im Sternbilde des Widders zu ſuchen hat. Genau ebenſo verhält es ſich, wenn man den Anfang der Jahreszeiten der Reihe nach mit „Eintritt der Sonne in 0° ♈, 0° ♋, 0° ♎, 0° ♑“ angedeutet findet, mit den Namen „Wendekreis des Krebſes und Steinbocks“ und vielen andern ähnlichen Benennungen, wo überall nur die Zeichen, nicht die Sternbilder zu verſtehen ſind. Am beſten wäre es vielleicht, die veralteten Symbole ♈, ♉, ♊ u. ſ. w. ganz wegzulaſſen, und dafür die Ekliptik, wie jeden andern Kreis, in 360 gleiche Theile (Grade) zu theilen, oder, wie auch mehrere Aſtronomen gethan haben, die zwölf gleichen Theile der Ekliptik, vom jedesmaligen Frühlingspunkte an, als Bogen für ſich, deren jeder 30 Grade hält, zu betrachten. Dieſe Bogen wurden Zeichen genannt, und durch ein s (signes) angedeutet. Demnach wäre alſo

20° ♉ = 1^s 20° = 50°
15° ♌ = 4^s 15° = 135°
25° ♑ = 9^s 25° = 295° u. ſ. w.

Von dieſen zwölf himmliſchen Zeichen liegen die ſechs erſten, nämlich: ♈, ♉, ♊, ♋, ♌, ♍ oder von der Länge 0° bis 180° in der nördlichen Hälfte des durch den Aequator halbirten Himmels, und heißen daher nördliche, mitternächtliche (signa borealia, septemtrionalia; *signes septentrionaux*); die ſechs letzten: ♎, ♏, ♐, ♑, ♒, ♓ oder von der Länge 180° bis 360° in der ſüdlichen Hälfte liegenden heißen ſüdliche, mittägige (signa australia, meridionalia; *signes meridionaux*.)

Wenn die Sonne * im Anfange des

* Von einer etwaigen, jedenfalls höchſt unbedeutenden eigenen Bewegung dieſer Sternbilder wird hierbei abgeſehen.

** Um es nochmals kurz zu wiederholen: Das Sternbild, z. B. des Widders (♈), bedeutet eine gewiſſe Conſtellation von Fixſternen, das gleichnamige Zeichen ein beſtimmtes, hier das erſte, Zwölftel der Ekliptik, die erſten 30 Grade derſelben.

* In dieſem ganzen Artikel ſubſtituiren wir

Winters der nördlichen Hemisphäre in das Zeichen des Steinbocks (♑) tritt, ſo ſteht ſie am tiefſten unter dem Aequator, auf der ſüdlichen Seite deſſelben. Von da an erhebt ſie ſich während (nahe) eines halben Jahres, immer höher, zum und über den Aequator ſteigend, gegen den Nordpol, bis ſie im Anfange unſers Sommers, wo ſie in das Zeichen des Krebſes (♋) tritt, am höchſten über dem Aequator auf der nördlichen Seite deſſelben (dem Nordpole am nächſten) ſteht. Nun ſinkt ſie wiederum zum und unter den Aequator gegen den Südpol hinab, und erreicht endlich nach Verlauf (nahe) eines neuen halben Jahres ihre kleinſte Entfernung von demſelben. Hieraus ergibt ſich eine andere Eintheilung dieſer Zeichen*, nämlich in aufſteigende (ascendentia; *ascendants*); bei deren Durchlaufung ſich die Sonne dem bei uns ſichtbaren Pole und unſerm Zenith** (vergl. d. Art.) nähert, und in niederſteigende (descendentia; *descendants*), in welchen ſie ſich von dieſem Pole und Zenith entfernt. Die erſtern ſind: ♑, ♒, ♓, ♈, ♉, ♊; die letztern: ♋, ♌, ♍, ♎, ♏, ♐***.

In dem Artikel Vorrücken der Nachtgleichen (2. Bd. S. 661) iſt die Umlaufszeit des Frühlingspunktes auf der Ekliptik, das große oder Platoniſche Jahr zu c. 25700 Jahren angegeben worden, demzufolge nach 25700 — 2200 =) 23500 Jahren wiederum jedes Zeichen mit dem gleichnamigen Sternbilde zuſammenfiele. Da ſich jedoch die Größe der jährlichen Präceſſion mit den Jahrhunderten ändert, überdieß auch noch nicht mit mathematiſcher Genauigkeit bekannt iſt, ſo ſind dergleichen Anwendungen derſelben auf ſo entfernte Zeiten ſtets mißlich und unſicher.

Schon die Chineſen ſollen den Thierkreis in 28 Sternbilder, und zu beſondern Zwecken auch mitunter in 12 Zeichen eingetheilt haben. Erfinder der Sternbilder unſers Thierkreiſes aber waren wahrſcheinlich die Chaldäer, welche bei den Alten als fleißige Himmelskundige in großem Anſehen ſtanden, und ſchon 800 Jahre vor der chriſtlichen Zeitrechnung aſtronomiſche Beobachtungen anſtellten. Auch die Babylonier und Aegypter (über den Thierkreis von Denderah vgl. die AA. Thierkreis und Vorrücken der Nachtgleichen, 2 Bd. S. 579 und 669) waren als emſige und geſchickte Beobachter des Himmels bekannt. In ſpätern Zeiten haben dann vorzüglich die Phönicier, Grie-

der wirklichen Bewegung der Erde die ſcheinbare der Sonne.

* Man pflegt die Zeichen des Thierkreiſes auch nach den Jahreszeiten in vier Claſſen einzutheilen. Die erſten drei, ♈, ♉, ♊, heißen die Frühlingszeichen, weil die Sonne in dieſen drei Zeichen von der Erde aus zu derjenigen Zeit geſehen wird, wenn die nördliche Hemiſphäre ihren Frühling feiert. Die drei folgenden, ♋, ♌, ♍, heißen aus derſelben Urſache die Sommerzeichen; ferner ♎, ♏, ♐ die Herbſtzeichen, und endlich ♑, ♒, ♓ die Winterzeichen.

** Mit Ausnahme der zwiſchen den Wendekreiſen liegenden (der heißen) Zone. Hier kann ſich nämlich die Sonne, während ſie in den aufſteigenden Zeichen dem (ſichtbaren) Pole näher rückt, vom Zenith entfernen, und in den niederſteigenden dem Zenith nähern, indem ſie ſich vom Pol entfernt.

*** Für die ſüdliche Halbkugel ſind, wie man ohne Weiteres von ſelbſt zugibt, diejenigen Zeichen niederſteigende welche für uns (die nördliche) aufſteigend ſind, und umgekehrt. Auf dem Aequator endlich, wo die Pole im Horizonte liegen, alſo beide unſichtbar ſind, findet jene Eintheilung in auf- und niederſteigende Zeichen, inſofern ſie ſich auf die Pole bezieht, gar nicht mehr Statt. Dem Zenith hingegen nähert ſich hier die Sonne, während ſie die Zeichen ♑, ♒, ♓; ♋, ♌, ♏, oder die (vergl. die vorige Anmerkung) Winter- und Sommerzeichen durchläuft, und entfernt ſich von demſelben in den Zeichen ♈, ♉, ♊; ♎, ♍, ♐, d. h. in den Frühlings- und Herbſtzeichen; ſo daß man in dieſem Sinne erſtere die aufſteigenden, letztere die niederſteigenden Zeichen für den Aequator nennen könnte.

chen und Araber dieſe Beobachtungen weiter fortgeſetzt, und immer mehrere Sternbilder* nach verſchiedenen vorgefallenen Begebenheiten ihres Zeitalters am Himmel erdichtet. Obgleich nun dieſe Sternbilder ganz willkührliche Combinationen von einzelnen Geſtirnen enthalten, und die künſtlichen Figuren, in welche man ſie einzuſchließen ſuchte, gar keine Aehnlichkeit mit der Anordnung der Sterne ſelbſt zu haben ſcheinen, ſo muß es als ein merkwürdiger Umſtand hervorgehoben werden, daß demungeachtet dieſe Figuren auch in ſehr entfernten Ländern wieder angetroffen werden, ſo daß eine Mittheilung derſelben von einem Volk zum andern nicht weiter geläugnet werden kann. Die ganz willkührliche Zuſammenſtellung dieſer Figuren zeigt, daß ſie mehr das Werk der Imagination und der mythologiſchen Anſichten, als das der Convenienz und einer verſtändigen Anordnung geweſen ſeyn muß. „Die Sternbilder," ſagt der jüngere Herſchel, „ſcheinen dieſe Figuren und Benennungen abſichtlich erhalten zu haben, um die Verwirrung und Unſchicklichkeit ſo groß als möglich zu machen. Zahlloſe Schlangen winden ſich in langen, verwickelten Zügen, die man kaum mit dem Auge verfolgen kann, am Himmel hin; Bären, Löwen, Hunde, Vögel und Fiſche, große und kleine, nördliche und ſüdliche, treiben ſich da herum und verwirren alle Gegenſtände. Ein beſſeres Syſtem der Conſtellationen würde eine weſentliche Nachhilfe für unſer Gedächtniß ſeyn." So weit Herſchel. Wir können ihm nur aus ganzem Herzen beipflichten, und empfehlen unſern Leſern, um wenigſtens die Namen der „Zeichen des Thierkreiſes" und deren Aufeinanderfolge leichter zu behalten, folgende zwei Verſe:

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces,

mit welchen wir dieſen Art. beſchließen.

* Daß der ſogenannte Thierkreis gerade zwölf ſolcher Sternbilder erhielt, rührt wohl von den 12 Monaten des Jahres her.

Zeiger; Stylus; *Style.* Im aſtronomiſchen (gnomoniſchen) Sinne der Stift an der Sonnen- (oder Mond-) Uhr, deſſen Schatten (analog dem Zeiger einer Taſchenuhr) die einzelnen Zeitabſchnitte, als Stunden, Minuten u. ſ. w. auf derſelben angibt.

Stellen wir uns die von der Sonne beleuchtete, im Raume ſchwebende Erdkugel zur möglichſten Verſinnlichung als durchſichtig, ihre Axe aber als eine undurchſichtige (materielle) Linie vor. Denken wir uns dann die Ebene des Aequators auf der der Sonne entgegengeſetzten Seite erweitert, ſo wird offenbar der Schatten, welchen die von der Sonne beſchienene Erdaxe hinter ſich wirft, auf dieſe Ebene fallen, und auf derſelben in gleicher Weiſe fortrücken, wie die Sonne ſelbſt bei ihrer vier und zwanzigſtündigen (ſcheinbaren) Tagesbewegung um die (hier als ruhend anzunehmende) Erde weiter ſchreitet. So oft dann dieſe Sonne an den folgenden Tagen von dem Meridiane eines beſtimmten Beobachters (einem beſtimmten Stundenkreiſe vgl. den Art.) wieder denſelben Bogen-Abſtand, d. h. denſelben Stundenwinkel (vgl. auch dieſen A.) hat, wird auch der Schatten der Erdaxe wieder dieſelbe Stelle auf jener Ebene einnehmen, und wenn wir endlich noch die Bewegung der Sonne während des Laufes eines Tages als in einem mit dem Aequator parallelen Kreiſe gleichförmig vor ſich gehend, vorausſetzen, ſo wird der gedachte Schatten in ebenfalls gleichförmiger Bewegung während jeder Stunde immer denſelben Winkel um obige Axe zurücklegen, und auf dieſe Weiſe den Stundenwinkel der wahren Sonne, d. h. die wahre Sonnenzeit (vergl. den Art.) angeben*.

* Eine durch den jedesmaligen Ort der Sonne (ihren Mittelpunct) und die Erdaxe (alſo auch durch deren Schatten) gelegte Ebene iſt bekanntlich die Ebene des entſprechenden Stundenkreiſes, und ſchneidet die des Aequators in einer Geraden, welche eben durch jenen Schatten dargeſtellt wird. Bewegt ſich daher die Sonne während eines Tages gleichförmig und parallel mit dem Aequator, ſo werden ihre Stundenebenen, mithin auch deren

Dies wäre demnach die einfachſte und zugleich die ſicherſte aller Sonnenuhren, die man haben könnte; in welcher offenbar die Erdaxe ſelbſt die Stelle des *Zeigers* verträte. Da nun aber die Sonne über 20 Millionen Meilen von der Erde entfernt iſt, ſo kann man jeden Punkt der letztern ohne merklichen Fehler als ihren Mittelpunkt betrachten, und es iſt mithin, in Beziehung auf unſere Abſicht, gleichviel, an welchem dieſer Punkte man die Axe anbringt, *wenn man ſie nur mit der wahren vollkommen parallel ſtellt*; demzufolge alſo jene durchſichtige Erdkugel gänzlich überflüſſig wird, und ſchon ein einfacher, der Erdaxe paralleler Stift, welcher ſenkrecht auf einer (die Aequatorsebene vorſtellende) Platte ſteht, genügend iſt, um unſeren Endzweck zu erreichen, nämlich durch den Schatten eines ſolchen Stiftes, den letzterer auf obige Platte wirft, die wahre Sonnenzeit anzugeben.

Auf dieſen Sätzen gründet ſich die Theorie der Aequinoctialſonnenuhr, welche unſere Leſer *vollſtändig* im Artikel *Gnomonik* entwickelt finden, ſo daß wir nur noch einige Worte über die Stellung des *Zeigers* (wie wir den mehrmals erwähnten Stift von nun an nennen wollen) hinzuzufügen haben.

Nach dem Vorhergehenden ſoll dieſer Zeiger der Erd- (folglich auch der Welt-) Axe vollkommen parallel ſeyn, alſo mit dem Horizonte des betreffenden Orts einen der Polhöhe, d. h. der geographiſchen Breite dieſes Orts gleichen Winkel bilden. Zu dieſem Zwecke ziehe man eine *Mittagslinie* (vergl. den Art.), und befeſtige dann den Zeiger in der *Mittagsfläche* (dem *Meridiane*) dergeſtalt, daß ſein Winkel mit jener Mittagslinie der gedachten geographiſchen Breite gleich iſt, wodurch der Zeiger der Erdaxe, und die auf ihm ſenkrechte Platte der Aequatorsebene parallel ſeyn wird.

Da ferner der, gewöhnlich aus Meſſing verfertigte Zeiger nicht, wie wir Eingangs dieſes Artikels vorausgeſetzt haben, eine materielle *Linie* iſt, ſondern ſtets eine merkliche *Dicke* hat, ſo wird man, wenn die Sonnenuhr recht genau ausfallen ſoll, auch auf dieſe Dicke gehörige Rückſicht nehmen müſſen.

Der oben citirte Artikel *Gnomonik* hat ſich blos auf die *Aequinoctialuhr* beſchränkt, und der ſogenannten *Horizontaluhr* faſt gar nicht gedacht. Wir wollen daher zur Vervollſtändigung auch die Conſtruction und Aufſtellung einer Horizontaluhr, als der gebräuchlichſten und bequemſten aller Sonnenuhren überhaupt, in Kürze mittheilen.

Man ziehe auf einer kupfernen oder ſteinernen, zur Uhr beſtimmten horizontalen Platte MNBA (Fig. 1. der Tafel XXVII.) eine gerade Linie CS als *Mittagslinie*, ferner an C, als den angenommenen Mittelpunkt der Uhr, die Gerade CP von willkührlicher Länge, jedoch ſo, daß ſie mit der Mittagslinie CS einen der Polhöhe des Ortes gleichen Winkel PCS bilde. Im Punkte P errichte man auf CP eine Senkrechte PR, welche die Mittagslinie in R treffen wird. Von dieſem Puncte R an nehme man alsdann auf der Mittagslinie die Gerade $RS = RP$ und beſchreibe aus S als Mittelpunct den Quadranten RT, deſſen Peripherie man in 6 gleiche Theile theilt. Zieht man nun von S aus durch die 5 Theilungspuncte gerade Linien, welche die in R auf CS ſenkrecht ſtehende Gerade in den Puncten a, b, c, d, e ſchneiden, und verbindet endlich dieſe Durchſchnittspuncte mit dem Puncte C durch die bis an den Rand der Platte zu verlängernden Geraden CR, Ca, Cb, Cc, Cd, Ce, ſo ſind letztere die geſuchten Schattenlinien der Horizontaluhr für die einzelnen *Vormittagsſtunden*, deren Zahlen man anmerkt, wie die Fig. ſolches zeigt. Es iſt für ſich klar, daß man, um auch die Schattenlinien der entſprechenden *Nachmittagsſtunden* zu erhalten, nur auf der andern Seite von CS die Theile $Ra' = Ra$, $Rb' = Rb$, $Rc' = Rc$, $Rd' = Rd$, $Re' = Re$ zu nehmen, dann von C aus durch die Puncte a', b', c', d', e' gerade Linien bis an den Rand der Platte zu ziehen, und endlich wiederum die Stundenzahlen, wie ſie in der Fig. angegeben ſind, aufzuſchreiben braucht, ſo wie man, wenn noch die halben und Viertelſtunden ver-

Durchſchnittslinien, mit dem Aequator, d. h. die Schatten der Erdaxe, gleichfalls der Zeit proportionale Winkel um Letztere beſchreiben.

langt werden, den erwähnten Quadranten ſtatt in 6, vielmehr in 12 oder 24 gleiche Theile theilt. Befeſtigt man dann im Puncte C in der Mittagsfläche einen Zeiger, ſo daß er mit der Geraden CS einen der geographiſchen Breite des Orts gleichen Winkel bildet, und ſtellt die ſolchergeſtalt verzeichnete horizontale Platte ſo auf, daß CS in die Mittagslinie, die Zahl XII nach Norden, und die Vormittagsſtunden auf die Weſtſeite zu liegen kommen, ſo wird dieſe Horizontaluhr die Stunden der wahren Sonnenzeit und ihre Unterabtheilungen gehörig anzeigen.

Wenn man aber eine ſolche Horizontaluhr mit Genauigkeit auf einer hinlänglich großen Platte verfertigt hat, ſo iſt es leicht, mit Hilfe dieſer Uhr an jeder ſenkrechten Mauer irgend eines Gebäudes eine Sonnenuhr mit völlig hinreichender Zuverläßigkeit zu verzeichnen. Zu dieſem Zwecke ſtelle man zuerſt die Horizontaluhr vor dieſer Mauer, etwa auf einem feſten Tiſche, in der gehörigen, vorhin angegebenen Lage auf. Dann befeſtige man in dem Fußpuncte C des Zeigers an dieſem einen Faden, der bis an die Mauer reicht, ſpanne ihn ſo, daß er genau die Richtung des Zeigers erhält, und mache ihn an der Mauer feſt. Dieſer Faden wird nun den Fußpunct des Zeigers der neuen Uhr in der Mauer, und zugleich die Richtung des neuen Zeigers ſelbſt angeben, der daher in dieſer Lage an der Mauer angebracht werden muß. Nachdem dieſes geſchehen, bemerke man den Schatten des (neuen) Zeigers auf der Mauer, durch eine Bleifeder und dgl., für diejenigen Augenblicke, in denen die Horizontaluhr, wenn dieſelbe gerade von der Sonne beſchienen wird, die beſtimmten Stunden des Tages anzeigt, und die verlangte Sonnenuhr iſt vollendet. Ja ſelbſt die Sonne läßt ſich dabei entbehren, und es können die Schattenlinien der neuen Uhr mittelſt einer Lampe bei Nacht gezeichnet werden, wenn man dieſelbe ſo ſtellt, daß der Schatten des von ihr beſchienenen Zeigers nach und nach auf die verſchiedenen Stunden der Horizontaluhr fällt, wo dann der gleichzeitige Schatten des neuen Zeigers auch die entſprechenden Schattenlinien an der Mauer geben wird.

Man pflegt die auf verticalen Mauern verzeichneten Sonnenuhren auch je nach dem Winkel einzutheilen, welchen die vertikale Mauer mit der Mittagslinie des Orts macht, indem die Conſtruction der Uhren von dieſem Winkel abhängt. Iſt ſelber nämlich = 90°, d. h. ſteht die auf dem Horizonte vertikale Ebene auch zugleich auf der Mittagslinie ſenkrecht, oder geht die Richtung der Mauer genau von Oſt nach Weſt (nach dem Morgen- und Abendpunct, vergl. beide AA.), ſo heißt die auf ihr an der Südſeite angebrachte Sonnenuhr eine Mittagsuhr; die auf der Nordſeite hingegen verzeichnete eine Mitternachtsuhr. Iſt aber jener Winkel = 0, oder ſteht die vertikale Mauer in der Mittagsfläche (im Meridiane) ſelbſt, ſo wird die auf der Oſtſeite derſelben beſchriebene Uhr eine Morgenuhr, und die auf der Weſtſeite eine Abenduhr genannt.

So viel, um wenigſtens die Namen dieſer Arten von Sonnenuhren hier zu erwähnen, da ihrer noch in ſehr vielen Schriften über dieſen Gegenſtand ausdrücklich gedacht wird. Eine ausführliche Belehrung über ſelbe aber werden unſere Leſer in den der Gnomonik beſonders gewidmeten Werken finden, welche am Schluſſe des ſo benannten Artikels angegeben ſind.

Zeit; Tempus; *Temps*. Mit dieſem Worte wird eine Vorſtellung bezeichnet, die wir ſtets mit dem Begriffe vom Aufeinanderfolgen der Zuſtände und Veränderungen verbinden. Dieſe Vorſtellung bildet ſich in unſerm Geiſte durch allmählige Auffaſſung von vielerlei Reihen nacheinander wahrgenommener Erſcheinungen. Die Anreihung oder das Nacheinander der Dinge in der Zeit heißt ihre Zeitfolge.

So ſehen wir die Geſtirne am Morgen aufgehen, nach und nach über den Horizont herauftreten, am Mittage ihren höchſten Stand erreichen, ſodann gegen den Horizont hinabſinken und endlich Abends untergehen. Während dieſes geſchieht, ereignen ſich zugleich in und um uns andere Dinge, die auf gleiche Weiſe,

wie die verſchiedenen Höhen der Geſtirne auf einander folgen. Aus allen dieſen Dingen bilden wir dann eben jene zuſammenhängende Reihe (ihre „Zeitfolge“), in welcher jede Erſcheinung der Ordnung nach ihren beſtimmten Platz einnimmt, und die zugleich geſchehenden auf dieſelbe Stelle treffen. Jede einzelne Stelle (jedes der unendlich vielen Glieder) dieſer Reihe wird ein Zeitpunct, Zeitaugenblick, Moment (momentum temporis; moment) und die auf denſelben Zeitpunct fallenden Ereigniſſe gleichzeitige genannt. Der Abſtand zweier Zeitpuncte von einander heißt ein Zeitraum, Zeitabſchnitt, eine Zwiſchenzeit (intervallum temporis; intervalle), und die ganze Vorſtellung der Folge oder Reihe endlich, wie oben: Zeit.

Bei den Abſtänden der Zeitpuncte von einander oder bei den Zeiträumen nehmen wir Größen und Verhältniſſe wahr, und erkennen z. B. daß der Zeitraum vom Aufgange der Sonne bis zu ihrem Untergange größer (oder auch kleiner), als der Zeitraum zwiſchen dem Auf- und Untergange des Mondes ſey, und daß ſich jener zu dieſem etwa wie 2:1 verhalte. Es können demnach die Zeiträume (folglich auch die Zeit, als aus einem oder mehreren Zeiträumen beſtehend) gemeſſen, oder einer derſelben mit einem andern bekannten (zur Einheit angenommenen) verglichen werden. Die Größe eines Zeitraums nennt man ſeine Dauer oder Länge, das Meſſen deſſelben die Zeitmeſſung, oder, inſofern dabei die Zeitgrößen durch Zahlen dargeſtellt werden, Zeitrechnung, und die hiezu verwendete (der Dauer nach ſtets bekannte) Einheit die Zeiteinheit oder das Zeitmaß.

Zu dieſem Meſſen der Zeit kann uns die Bewegung irgend eines Körpers dienen; indem wir denjenigen Zeitraum zur Zeiteinheit nehmen, in welchem ein beſtimmter Theil jener Bewegung vor ſich geht (der Körper z. B. einen Fuß durchläuft.) Jeden andern Zeitraum würde man dann durch die Zahlen 1, 2, 3, . . n ausdrücken, je nachdem der gedachte Körper das Gleiche, Doppelte, Dreifache oder nfache obiger Bewegung während deſſelben ausführte (nach unſerm Beiſpiel 1. 2. 3. . n Fuß zurücklegte). Da man aber die Zeit beim Meſſen derſelben unmöglich anders, als in einem gleichförmigen Fortgange begriffen, annehmen kann *, ſo werden wir auch nur gleichförmige Bewegungen (vergl. Bewegung 1. Bd. S. 117) zur Zeitmeſſung anwenden können.

Nun gewährt uns die Natur ſelbſt eine derartige gleichförmige Bewegung in der ſcheinbaren täglichen Umdrehung der Himmelskugel oder der wirklichen der Erde, um ihre Axe, da dieſe Umdrehung der Theorie und den Beobachtungen gemäß völlig gleichförmig und ſeit den älteſten Zeiten immer dieſelbe iſt. Die Dauer eines ſolchen Umſchwunges, nach welchem alſo ein und derſelbe Fixſtern wieder im Meridian oder ſonſt an irgend demſelben Orte des Firmaments erſcheint, heißt ein Sterntag, welcher ein für den Aſtronomen ſehr brauchbares Zeitmaß abgibt, und in 24 gleiche Theile (Sternſtunden) eingetheilt wird, deren jeder 60 Sternminuten und jede dieſer Minuten 60 Sternſecunden enthält. Die auf dieſe Weiſe gemeſſene Zeit nennt man Sternzeit (vergl. den Artikel).

Es ſchieben ſich demnach während eines Sterntages oder 24 Sternſtunden 360° ** des Aequators durch den Meridian, und wenn man dieſen Tag für einen jeden Ort der Erde in dem Augenblicke anfangen läßt, in welchem ein beſtimmter feſter Punct des Himmels durch den Meridian dieſes Ortes geht, ſo wird der ſeit der Culmination jenes Punktes durch den Meridian gegangene Aequatorsbogen, oder der weſtliche Stundenwinkel des Puncts,

* Indem der durch irgend eine Zahl n ausgedrückte Zeitraum ſtets von derſelben Dauer ſeyn, oder ſtets n der Zeiteinheit gleiche Zeiträume enthalten muß.

** Da 24 Zeitſtunden (24mal 15 =) 360 Bogengraden, 1 Zeitminute 15 Bogenminuten u. ſ. w. entſprechen, ſo ſagt man oft kurz, daß die Bögen durch Diviſion mit 15 in Zeit verwandelt würden.

durch Diviſion mit 15 in Zeit verwandelt, die jedesmalige Sternzeit angeben. Zu dieſem fixen Puncte hat man nun denjenigen Himmelsort gewählt, welchen der mittlere* Frühlingspunct eben einnimmt, und nennt die Sternzeit mit Bezug auf dieſen Punct dann Zeit der erſten Bewegung**. Streng genommen, iſt nun zwar der Frühlingspunct kein fixer Punct, indem er (vergl. Vorrücken der Nachtgleichen) einer Bewegung von etwa 50 Bogenſecunden jährlich nach Weſten unterworfen iſt, demzufolge ein Unterſchied zwiſchen Sternzeit und Zeit der erſten Bewegung zu beachten wäre: allein dieſer Unterſchied beläuft ſich in einem ganzen Jahre nur auf $(50/15 =)$ 3, 3 Zeitſecunden, und iſt daher während eines Tages gänzlich unmerklich, folglich in der Praxis nicht weiter zu beachten. In dieſem Sinne nun kann man ſagen, daß die irgend einem Augenblicke entſprechende Sternzeit demjenigen in Zeit verwandelten Aequatorsbogen gleich ſey, welcher zwiſchen dem mittlern Frühlingspunkte und dem eben culminirenden Geſtirne (der Mitte des Himmels, vergl. d. Art.) liegt, oder die gerade Aufſteigung des letztern abgibt.

So bequem indeſſen dieſe Sternzeit für den aſtronomiſchen Gebrauch auch ſeyn mag, im bürgerlichen Leben findet man ſich gleichwohl durch viele Umſtände veranlaßt, die Zeit nach der Bewegung der Sonne abzumeſſen. Unſere ganze geſellige Einrichtung, alle unſere häusliche und öffentliche Geſchäfte richten ſich nicht nach der Bewegung des Frühlingspunctes, ſondern nach jener der Sonne. Die Sonne führt den Wechſel der Tage und Nächte herbei, und hat ſich daher ſchon in den erſten Jahrhunderten bei allen Völkern der Erde als das Großartigſte der Geſtirne zum natürlichen Regulator der Zeit gleichſam aufgedrungen. Man könnte nun mit der Sonne ganz ebenſo wie oben mit dem Frühlingspuncte verfahren, wenn dieſelbe entweder gar keine oder doch eine gleichförmige (Eigen-) Bewegung befolgte. Allein die (ſcheinbare) Bewegung der Sonne iſt nicht gleichförmig, wie im Artikel Gleichung der Zeit näher auseinander geſetzt wird, und kann folglich nach dem oben Geſagten nicht unmittelbar zum Meſſen der Zeit angewendet werden. Um nun aber dennoch die Beziehung auf den Sonnenlauf nicht aufzugeben, hat man angenommen, daß es neben jener die Ekliptik mit ungleichförmiger Geſchwindigkeit durchlaufenden wahren Sonne, eine zweite, eine mittlere Sonne gebe, die ſich im Aequator mit gleichförmiger Geſchwindigkeit und zwar dergeſtalt bewegt, daß ſie mit der wahren Sonne immer zugleich durch den Frühlingspunct hindurchgeht*. Obgleich daher dieſe mittlere Sonne keinesweges in der Wirklichkeit, ſondern nur in unſerer Einbildung exiſtirt, ſo kann dennoch ihr Ort am Himmel, als ob ſie wirklich da wäre, in jedem Augenblicke leicht aufgefunden werden, indem nach dem eben Geſagten die gerade Aufſteigung der mittleren Sonne ſtets der mittlern Länge (vgl. Länge in der Bahn 2 Bd. S. 13) der wahren gleich, und folglich, ſobald man letztere kennt, auch die erſtere gegeben iſt. Dieſen Punct des Aequators, den die mittlere Sonne (wenn

* „Mittlere,“ d. h. der nur von der Präceſſion afficirte Frühlingspunct, welcher, wenn auch die Nutation berückſichtigt wird, der wahre oder ſcheinbare heißt.

** Der Name „erſte Bewegung“ iſt der Vorſtellung der griechiſchen Aſtronomen von den 8 Sphären entlehnt, nach welcher Vorſtellung die erſte, ſämmtliche Fixſterne enthaltende Sphäre, durch ihre 24ſtündige Umdrehung alle übrigen Sphären mit ſich fortriß, und ſo die Urſache ward, daß auch Sonne, Mond und Planeten in derſelben Zeit die Erde umkreisten (vergl. d. Art. Weltſyſtem, 2. Bd. S. 695).

* Streng genommen, geht dieſe mittlere Sonne nicht mit der wahren, ſondern mit einer zweiten mittlern zu gleicher Zeit durch den Frühlingspunct, welche letztere Sonne als die Ekliptik mit gleichförmiger Geſchwindigkeit durchlaufend, und mit der wahren Sonne ſtets in den Apſiden zuſammentreffend, angenommen wird.

ſie in der That exiſtirte) einnehmen würde, iſt es alſo, deſſen Stundenwinkel die mittlere Sonnenzeit, oder kürzer die mittlere Zeit angibt, wohingegen der Stundenwinkel der wahren Sonne die wahre Sonnenzeit oder die wahre Zeit (vergl. ja d. Art. Sonnenzeit) ausdrückt.

Weil der Frühlingspunct wenigſtens nahe ein feſter Punct des Himmels iſt, die mittlere Sonne hingegen eine ſehr merkliche (eigene) Bewegung von Weſten nach Oſten hat, ſo wird Erſterer bei der von Oſten nach Weſten erfolgenden Rotation der Himmelskugel den Meridian früher wieder erreichen, als Letztere, d. h. es wird der Sterntag kürzer als der mittlere Sonnentag ſeyn,* und eben daſſelbe von Stern- und Sonnenſtunden, -Minuten u. ſ. w. gelten. Das nähere gegenſeitige Verhältniß beider Arten von Zeit finden unſere Leſer in dem ſchon citirten Artikel Sonnenzeit, woſelbſt auch eine Tafel zur Reduction der einen auf die andere beigefügt iſt. Hier bemerken wir nur noch, daß die Sternzeit im wahren Mittag (im Augenblicke der Culmination der wahren Sonne) der geraden Aufſteigung der wahren Sonne in Zeit verwandelt, und im mittlern Mittage (wo die mittlere Sonne in den Meridian tritt) der in Zeit verwandelten Rectascenſion der mittleren Sonne gleich iſt. In jedem beliebigen Augenblicke endlich iſt die Sternzeit gleich der entſprechenden (wahren oder mittleren) Sonnenzeit + gerade Aufſteigung, dividirt durch 15, der (wahren oder mittleren) Sonne**. Vermittelſt dieſer Sätze kann daher, ſobald die Sonnenzeit bekannt iſt, die zugehörige Sternzeit immer berechnet werden. Man kann aber auch Letztere unabhängig von der Sonne auf folgende Weiſe finden. Es iſt, wie ſchon bemerkt worden, im Augenblicke der Culmination eines Geſtirns die Sternzeit der in Zeit ausgedrückten geraden Aufſteigung dieſes Geſtirns gleich. Beobachtet man daher z. B. einen Fixſtern, deſſen gerade Aufſteigung bekannt und etwa 77° 34′ 15″ (im Bogen-Maße) beträgt, im Momente ſeiner Culmination, ſo iſt die Sternzeit in demſelben Momente = $\left(\frac{77^\circ\ 34'\ 15''}{15}=\right)$ 5 St. 10 Min. 17 Sek.

Um nun aber dieſe durch die regelmäßige Bewegung des Himmels uns ſolchergeſtalt dargebotenen natürlichen Zeitmaße mit Sicherheit und Bequemlichkeit benutzen zu können, haben wir uns durch Hülfe der Mechanik künſtliche Werkzeuge verſchafft, die ebenfalls unausgeſetzt eine ſolche gleichförmige Bewegung unterhalten, und uns zugleich die durch dieſe Bewegung zurückgelegten Räume bis in ihre kleinſten Theile herab anzeigen oder gleichſam vorzählen ſollen. Solche Werkzeuge nennt man Uhren (vergl. den Art.). Eine gewiſſe, durch die Bewegung der Uhr beſtimmte (Zeit-) Größe heißt eine Stunde der Uhr, ihr 60ſter Theil eine Minute, deren 60tel eine Sekunde u. ſ. w. Dadurch werden für jede gleichförmig gehende Uhr Theile der Uhrzeit beſtimmt, in welchen ſich ebenfalls Zeiträume ausdrücken und unter einander vergleichen laſſen. Wenn eine Stunde oder überhaupt Theile der Uhrzeit den gleichnamigen Theilen der Stern- oder mittleren Sonnenzeit an Dauer gleich ſind, ſo ſagt man, die Uhr gehe nach Stern- oder mittlerer Sonnenzeit.* Die aſtrono-

* Die wahren Sonnentage können, indem ſie von ungleicher Dauer, bald kürzer, bald länger ſind, mit den ſtets gleich langen Sterntagen nicht verglichen werden. Ein Gleiches gilt von den Stunden, Minuten u. ſ. w.

** Am beſten verſinnlicht man ſich die Sache, wenn man die Sonne weſtlich vom Meridian und öſtlich vom Frühlingspuncte annimmt. Iſt dann ihr Stundenwinkel = s, ihre gerade Aufſteigung = a, ſo iſt offenbar der Stundenwinkel des Frühlingspunctes oder die entſprechende Sternzeit = $\frac{a+s}{15}$.

* Nach wahrer Sonnenzeit kann die Uhr deßhalb nicht gehen, weil ihr Gang als gleichförmig vorausgeſetzt wurde, und die wahre Sonnenzeit, wie wir wiſſen, der

miſchen Uhren gehen jetzt meiſtens nach *Sternzeit*, weil dieſelbe, wie ſchon erwähnt, ſich ſehr leicht aus den *Beobachtungen* herleiten läßt, und vorzüglich, weil eine ſolche Uhr, wenn ſie einmal richtig geſtellt worden, in jedem Momente die Rectaſcenſion des gerade culminirenden Fixſterns angibt, man alſo auf dieſe Weiſe jene Rectaſcenſionen ſehr leicht kennen lernen und immer ſchärfer beſtimmen kann.

Unſere *bürgerlichen* Uhren hingegen gehen aus den bereits angeführten Gründen durchgängig nach *mittlerer Zeit*, und ſelbſt die *Aſtronomen* bedienen ſich derſelben vorzugsweiſe bei allen Bekanntmachungen ihrer Beobachtungen, bei der Conſtruction ihrer Tafeln und Ephemeriden;* und wenn wir in unſern Kalendern oder ſonſt wo immer eine Zeit ohne ausdrückliche Erwähnung des Gegentheils angeführt finden, iſt ſtets die *mittlere* darunter zu verſtehen. Da wir jedoch dieſe mittlere Zeit, um den *Stand* und *Gang*** unſerer Uhren darnach zu regeln, nicht unmittelbar aus den Beobachtungen entnehmen können, ſondern vielmehr erſt aus der *wahren* mit Hülfe der *Zeitgleichung* herleiten müſſen, ſo handelt es ſich zunächſt darum, die *wahre Zeit* kennen zu lernen.

Das einfachſte Mittel zu dieſer Beſtimmung würden unſere *Sonnenuhren* abgeben; allein ſie ſind gewöhnlich nicht mit der zu einer *ſcharfen* Zeitbeſtimmung erforderlichen Genauigkeit conſtruirt, und es iſt daher folgende Methode vorzuziehen, deren Auseinanderſetzung, da man bei ihrer Anwendung weder eines Fernrohrs, noch ſonſtiger Inſtrumente bedarf, und eine genauere Kenntniß der Zeit ſelbſt im *bürgerlichen* Leben oft nothwendig iſt, unſern Leſern wohl nicht unwillkommen ſeyn dürfte.

Nehmen wir alſo an, daß wir in unſerer Wohnung ein nahe nach *Süden* gerichtetes Fenſter haben, welches am Mittag von der Sonne beſchienen wird. An dem obern Theile deſſelben befeſtige

Gleichförmigkeit *entbehrt*. Nur *Sonnenuhren* (vergl. d. Art.) gehen nach *wahrer Sonnenzeit*.

* In dem Berliner Aſtronomiſchen Jahrbuche z. B. beziehen ſich alle Angaben mit wenigen Ausnahmen, die ausdrücklich bemerkt ſind, auf die *mittlere* Zeit des Berliner Meridians.

** Eine bürgerliche Uhr ſollte jeden mittleren Mittag genau 12^h zeigen. Wenn ſie alſo z. B. an einem gewiſſen Mittag $12^h\ 5'\ 18''$ angibt, ſo nennt man dieſe ſolchergeſtalt *zu viel* angegebenen $5'\ 18''$ den „*Stand*“ der Uhr für jene Zeit. Hat ſie nun jeden andern mittlern Mittag wieder *denſelben* „Stand,“ ſo brauchte man nur von jeder *Uhrzeit* dieſe $5'\ 18''$ zu *ſubtrahiren*, um ſofort die entſprechende *mittlere Zeit* zu erhalten. Zeigt ſie aber überdieß an jedem Mittage einen *andern* Stand, ſo muß auch auf die *Veränderung* des Standes Rückſicht genommen werden, wenn man aus der beobachteten Uhrzeit die mittlere Zeit ableiten will; denn ſie ſollte nicht nur jeden Mittag genau 12^h zeigen, ſondern auch noch zwiſchen je zwei auf einander folgenden (mittlern) Mittagen genau 24 Stunden durchlaufen.

Geſetzt, es zeige unſere Uhr am mittlern Mittage des 24. Sept. $12^h\ 5'\ 18''$,
u. am mittl. M. d. 25. „ $12^h\ 5'\ 30''$,
alſo $12''$ *mehr*, ſo gibt ſie in einem Tage nicht 24 Stunden, wie ſie ſollte, ſondern (da ihr Gang *gleichförmig* vorausgeſetzt wird) an *jedem* Tage $12''$ mehr, d. h. es beträgt ihre *Acceleration* (das Gegentheil heißt *Retardation*) täglich 12 Secunden, und wir ſagen, daß die Uhr einen täglichen „*Gang*“ von $+\ 12''$ habe, das *poſitive* Zeichen, weil die Uhr accelerirt oder immer mehr vor der mittlern Zeit vorausgeht (das *negative*, wenn ſie retardirt oder immer mehr hinter der mittleren Zeit zurückbleibt).

Iſt *Stand* und *Gang* einer gleichförmig gehenden Uhr bekannt, ſo kann man aus der *Uhrzeit* jedes Augenblicks die entſprechende *mittlere* berechnen, wie hinten an einem Beiſpiele näher gezeigt wird. Man ſieht aber ſchon hier, daß man den *Gang* der Uhr aus dem *Stande* derſelben für zwei beſtimmte Augenblicke, z. B. für zwei auf einander folgende Mittage, herleiten kann.

man eine dicke *Schnur*, deren Schatten auf dem horizontalen Fußboden noch deutlich bemerkt werden kann. Dieſe Schnur, welche nahe ſo lang als das Fenſter hoch iſt, ſey an ihrem unteren Ende mit einem Gewichte beſchwert, das zur Vermeidung von Oscillationen in einer mit Waſſer gefüllten Schale ruht. Hat man nun auf dem Fußboden des Zimmers eine *Mittagslinie* nach der in dieſem Artikel angeführten Methode möglichſt genau verzeichnet, ſo wird man den Augenblick, wo der Schnurſchatten in jene Linie fällt, als Augenblick des *wahren* Mittags dieſes Tages bemerken. Es iſt übrigens leicht einzuſehen, daß man, ſtatt einer Schnur, auch den Fenſterrahmen oder die Fenſterwand ſelbſt gebrauchen kann.

Auf dieſe Weiſe wird man an jedem Tage, vorausgeſetzt, daß die Witterung günſtig iſt, die Zeit des *wahren* Mittags, folglich auch den *Stand* der Uhr kennen. Denn hat man z. B. am 21. März den Schatten dieſer Uhr auf der Mittagslinie in demjenigen Augenblicke beobachtet, alſo 12 Stunden *wahrer* Zeit gezählt, als die *Uhr* 12 St. 15 M. 40 Sec. angab, ſo wird man zuerſt jene wahre Zeit mittelſt der Zeitgleichung (I. Bd. S. 658) von 7 Min. 31 Sec. in (12 St. + 7 Min. 31 Sec. =) 12 St. 7 Min. 31 Sec. *mittlere* umwandeln, und demgemäß finden, daß der *Stand* unſerer Uhr am 21. März (wahren) Mittags (12 St. 7 Min. 31 Sec. — 12 St. 15 Min. 40 Sec. =) — 8′ 9″ ſey. Wiederholt man endlich dieſe Beobachtung zwei (oder beſſer mehrere) Tage, ſo ergibt ſich nach der voraufgehenden Anmerkung auch der tägliche *Gang*, deſſen Uebereinſtimmung aus je zwei Beobachtungen zugleich einen Beweis von der *Gleichförmigkeit* der Uhr abgibt. Ueber die Zeitbeſtimmung durch correſpondirende Höhen ſ. d. Art. *Methode der correſpondirenden Höhen*.

Kennt man aber den Stand und Gang einer Uhr hinreichend genau, ſo iſt dieſelbe, möge ſie nun übrigens mit der mittlern (oder Stern-) Zeit übereinſtimmen oder nicht, eben ſo gut, als eine fehlerfreie, ganz mit jener Zeit übereinſtimmende Uhr zu gebrauchen, indem man von dem Fehler derſelben in jedem gegebenen Augenblick in genaue Kenntniß geſetzt wird, und alſo jede Beobachtung aus der *Uhrzeit* ſogleich, wie gebräuchlich, in *mittlerer Sonnenzeit* angeben kann. Deßhalb wird auch der Zeiger einer *aſtronomiſchen* Uhr niemals anders geſtellt, wie wir dieß öfters bei unſern Taſchenuhren thun, da durch ſolche gewaltſame Verſtellungen der regelmäßige Gang dieſer feinen Maſchinen nur geſtört würde, und der Aſtronom dieſe und alle ähnliche äußere Störungen ſeiner Uhr ſorgfältig vermeidet, um ſie ſo viel als möglich ihren gleichförmigen Gang ununterbrochen fortſetzen zu laſſen.

Um nun den unmittelbaren Gebrauch einer ſolchen Uhr bei den Beobachtungen zu zeigen, nehmen wir an, daß dieſelbe

am mittl. Mitt. des 2. Jan. $23^{*h}\ 56'\ 32''$
des 3. Januar . . . $23^{h}\ 56'\ 50''$

angebe, alſo einen täglichen
Gang oder Acceleration
von . . . . $18''$

habe. Eine Himmelsbegebenheit, z. B. der Austritt eines Jupiterstrabanten, werde zwiſchen beiden Mittagen oder am 2. Januar in dem Augenblicke beobachtet, da die Uhr $11^{h}\ 16'\ 23''$ zeigte. Es fragt ſich nun, wie viel dieſe Uhrangabe (die Uhrzeit) nach *mittlerer Sonnenzeit* betrug, oder wie groß der Zeitraum vom (mittlern) Mittag des 2. Januar bis zum Augenblicke der Beobachtung in Theilen der mittlern Sonnenzeit ſey.

Da die Uhr zwiſchen je zwei nächſten Mittagen, d. h. während jeder Uhrzeit von $24^{h}\ 0'\ 18''$ um 18 Sec. *accelerirt*, und jene Beobachtung um ($11^{h}\ 16'\ 23'' + 3'\ 28'' =$**) $11^{h}\ 19'\ 51''$

* Da hier von einer *aſtronomiſchen* Uhr die Rede iſt, ſo müſſen die Stunden von 1 bis 24 ununterbrochen fortgezählt werden.

** Am mittleren Mittage des 2. Januar zeigte unſere Uhr, angegebenermaßen, $23^{h}\ 56'\ 32''$, bei der Beobachtung aber $11^{h}\ 16'\ 23''$. Es ſind demnach von jenem Mittage bis zur Beobachtung erſtens ($24^{h} - 23^{h}\ 56'\ 32'' =$) $3'\ 28''$ und dann noch $11^{h}\ 16'\ 23''$, alſo im Ganzen wirklich ($3'\ 28'' + 11^{h}\ 16'$

Uhrzeit *nach* dem Mittage des 2. Januar angeſtellt worden iſt, ſo findet man die Acceleration x während dieſer Uhrzeit durch die einfache Proportion

$$24^h\ 0'\ 18'' : 11^h\ 19'\ 51'' = 18'' : x,$$

oder

$$86418'' : 40791'' = 18'' : x,$$

$$\text{alſo } x = 8'',5,$$

woraus folgt, daß die Retardation der Uhr zur Zeit jenes Austritts des Jupiterstrabanten gleich (3′ 28″ — 8″,5 * =) 3′ 19″,5 geweſen iſt, und daß man daher hat

Uhrzeit der Beobachtung . . . . . $11^h\ 16'\ 23''$
Correction der Uhr + $0^h\ 3'\ 19,5$

alſo *mittlere Zeit* der Beobachtung . . . . $11^h\ 19'\ 42'',5$
oder der Austritt des Jupiterstrabanten iſt am 2. Januar um $11^h\ 19'\ 42'',5$ mittlerer Zeit beobachtet worden.

Der Aſtronom gibt, wie bereits mehrfach erwähnt, die Augenblicke, in welchen ſich die Himmelsbegebenheiten ereignen, nach *mittlerer Sonnenzeit* an. — Das heißt, er nennt bei dieſer Angabe zuerſt das Jahr, den Monat und den Tag der Begebenheit, und ſetzt dann hinzu, wie viele Stunden, Minuten und Secunden mittlerer Sonnenzeit von dem mittlern Mittage dieſes Tages an bis zum Augenblicke der Begebenheit verfloſſen ſind. Um den *ganzen* Zeitraum von irgend einer Epoche bis zu jener Begebenheit zu beſtimmen, darf man alsdann nur die *vollendeten* Jahre und Tage (tempus completum) in Rechnung bringen. Was ſich z. B. in den Nachmittagsſtunden des 13. März 1845 nach Chr. zutrug, fiel 1844 Jahre (31 + 28 + 12 =) 71 Tage nach dem Anfange der chriſtlichen Zeitrechnung, wo nun noch die Stunden, Minuten u. ſ. w. vom mittlern Mittag des 13. März (mit welchem nach *aſtronomiſcher* Rechnung dieſer Tag erſt *anfängt*)* bis zum Augenblicke der Beobachtung hinzuzufügen ſind. Nennt man aber das Jahr 1845 und den 13. März ſelbſt, ſo ſind dieß *laufende* Jahre und Tage (tempus currens, anni cavi), auf welchen Unterſchied man bei Summirung der Zeiträume ſorgfältig Rückſicht nehmen muß.

Bei allen aſtronomiſchen Beobachtungen, welche den *Ort* eines Himmelskörpers, z. B. die Diſtanz eines Planeten von irgend einem Fixſterne, oder die Höhe eines Geſtirns über dem Horizonte ꝛc. zum Gegenſtande haben, iſt die Hinzufügung der *Zeit*, in welcher dieſe Beobachtung Statt hatte, weſentlich nothwendig, indem ſonſt die Beobachtung unvollſtändig und ohne Nutzen ſeyn, ja ohne dieſen Zuſatz der Zeit gar keine Bedeutung haben würde. Es iſt daher die genaueſte Beſtimmung dieſer Zeit für die Aſtronomie von der größten Wichtigkeit, und verweiſen wir Leſer, welche gern noch mehrere Methoden der *Zeitbeſtimmung*, und beſonders die ſo wichtige durch *Sternverſchwindungen* kennen lernen möchten, auf den vortrefflich gearbeiteten Art. „*Zeitbeſtimmung*“ in der neuen Ausgabe von *Gehler's* phyſikaliſchem Wörterbuche, mit welcher Hinweiſung wir unſern Artikel „*Zeit*“ beſchließen.

Zeitbogen, ſ. *Stundenwinkel*.

Zeit der erſten Bewegung, ſ. *Sternzeit*.

Zeitgleichung, ſ. *Gleichung der Zeit*.

Zenith, Scheitel, Scheitelpunct; Zenith; *Zénith*. Dieſen aus dem Arabi-

23″ =) $11^h\ 19'\ 51''$ Uhrzeit verfloſſen. — Hätte die Uhr am Mittage des 2. Januar *mehr* als 24 Stunden, etwa 24 + α gezeigt, ſo müßte, wie man leicht einſieht, der Ueberſchuß (dieſes α) von der Beobachtungszeit *abgezogen* werden, d. h. es wäre dann die vom mittleren Mittage bis zur Beobachtung verſtrichene *Uhrzeit* = $11^h\ 16'\ 23''$ — α.

* Um 3′ 28″ ging die Uhr am Mittage des 2. Januar zu *ſpät*, bis zur Beobachtung hingegen *accelerirte* ſie um 8″,5, ihre *Retardation* wird daher zur Zeit der Letztern noch 3′ 28″ − 8″,5 oder, wie oben, 3′ 19″,5 betragen.

* Der 13. März beginnt nach *aſtronomiſcher* Rechnung in dem Augenblicke, wo man *bürgerlich* den 12. März Mittags 12 Uhr (mittlerer Zeit) zählt.

ſchen ſtammenden Namen gibt man in der Sternkunde demjenigen Puncte, den die durch das Auge des Beobachters gezogene Scheitellinie (ſ. d. A.) oder die Richtung der Schwere, aufwärts verlängert, an der ſcheinbaren Himmelskugel treffen würde — dem Puncte des Himmels, welcher gerade über dem Haupte des Beobachters ſteht, und von demſelben als der höchſte Punct am Himmel betrachtet wird. Da derſelbe Punct von allen Puncten der Peripherie des Horizonts gleich weit, nämlich 90 Grade entfernt iſt (indem die Scheitellinie mit der Horizontalfläche oder der Oberfläche des ſtehenden Waſſers überall rechte Winkel bildet), ſo iſt er zugleich der obere (der ſichtbare) Pol dieſes Horizonts, und ein durch das „Zenith" gezogener, größter Kreis ſteht auf dem Horizonte des entſprechenden Ortes ſenkrecht, und wird deßhalb Zenithalkreis oder häufiger Verticalkreis genannt. Endlich heißt derjenige Bogen dieſes Verticalkreiſes, welcher zwiſchen dem Zenith und einem Geſtirn enthalten iſt, Zenithdiſtanz, und der Bogen zwiſchen Geſtirn und Horizont, Höhe dieſes Geſtirns. Es ergänzen ſich demnach (weil nach dem Vorhergehenden der ganze Bogen zwiſchen Zenith und Horizont = 90°) Höhe und Zenithdiſtanz deſſelben Sterns immer zu 90 Graden.

Jeder Ort der Erdoberfläche hat ſein eigenes Zenith, welches am Himmel genau dieſelbe Lage gegen den Himmels-, als der Ort ſelbſt gegen den Erd-Aequator hat. Die Scheitelpuncte zweier verſchiedenen Orte ſtehen um den Bogen eines größten Kreiſes von einander ab, welcher das Maß des Winkels abgibt, den die Scheitellinien oder die Richtungen der Schwere an beiden Orten im Erdmittelpuncte, wo ſie zuſammentreffen,* mit einander bilden. Liegen aber die Orte einander ſo nahe, daß man die Richtungen ſchwerer Körper an beiden als nahe parallel annehmen kann, oder daß der Bogen, der ihren Abſtand mißt, gegen die Größe der ganzen Peripherie der Erde verſchwindet, ſo iſt auch der Abſtand ihrer Scheitelpuncte am Himmel nicht merklich, und man kann folglich beiden daſſelbe „Zenith" zuſchreiben. So gibt man gewöhnlich ganzen Städten nur ein einziges Zenith, wenn nämlich ihr Umfang gegen den ganzen Umkreis (den Aequator) der Erde nicht in Betrachtung kommt. Bei ſehr großen Städten hingegen iſt man genöthigt, auf den Unterſchied der Scheitelpuncte verſchiedener Beobachtungsorte Rückſicht zu nehmen. Zu Paris z. B. gab es drei Sternwarten in ſolcher Lage, daß die bei der école militaire ihr Zenith um 7½", und die beim cabinet du roi das ihre um 14" öſtlicher, als die königliche Sternwarte zu liegen hatte. Ueberhaupt entſpricht, ſtreng genommen, jedem Zenith am Himmel nur ein einziger Punct auf der Erde.

* Wenn nämlich die Erde als eine Kugel angeſehen wird. Wir kommen hinten hierauf zurück.

Man findet das Zenith eines Ortes mit Hülfe des Bleilothes (ſ. Lothrecht) oder einer an ihrem untern Ende mit einem Gewichte beſchwerten und oben befeſtigten Schnur, nach welcher eine Regel mit Dioptern (vergl. auch dieſen Art.) oder die Axe eines Fernrohrs lothrecht geſtellt werden kann, ſo daß das Auge dadurch gerade in den Scheitel ſieht. Ferner braucht man zu demſelben Zwecke auch die Waſſerwage,* in-

* Da der beſondere Artikel Waſſerwage, auf welchen ſowohl in Inſtrumente, 1. Bd., S. 818, als in Nivelliren, 2. Bd., S. 233, hingewieſen worden, an ſeinem alphabetiſchen Orte wahrſcheinlich durch ein Verſehen ausgelaſſen iſt, ſo tragen wir denſelben zur Ergänzung hier in einer Anmerkung nach.

Waſſerwage, Horizontalwage; Libella, Libra aquaria; *Niveau*. Ein zur Beſtimmung einer genau horizontalen Ebene ſehr gebräuchliches Inſtrument. Es gibt mehrerer ſolcher Apparate; wir werden uns indeſſen hier auf die Beſchreibung der Waſſerwage mit Luftblaſe (Niveau à bulle d'air), als der einfachſten und jetzt faſt ausſchließlich gebräuchlichen, beſchränken.

Dieſes Inſtrument beſteht aus einer gläſernen cylinderförmigen Röhre, welche

dem man durch ſie die horizontale Unterlage (z. B. die horizontale Lage des Tiſches, auf welchen die Wage geſtellt wird) beſtimmt, wo dann jede, auf dieſe horizontale Ebene gezogene Senkrechte eine Verticale iſt, d. h. durch das (ſolchergeſtalt gefundene) Zenith dieſes Ortes geht. Dergleichen feſtſtehende Vorrichtungen dienen, Durchgänge der Sterne durch das Zenith, oder auch ihre kleinen Abſtände von demſelben zu beobachten.

Wäre unſere Erde eine vollkommene Kugel, ſo würde das Zenith eines jeden Punctes derſelben in der Verlängerung des an dieſen Punct gezogenen Erd-Halbmeſſers liegen, weil bei der Kugel alle Halbmeſſer auf der Oberfläche ſenkrecht ſtehen (alſo die Richtung der Schwere bezeichnen). Verlängert man daher den an den Ort des Beobachters gezogenen Halbmeſſer rückwärts bis an die unſichtbare Hälfte der Himmelskugel, ſo trifft er daſelbſt das Zenith des Gegenfüßlers oder das Nadir (vergl. d. Art.) des Beobachters, und es iſt mithin auch umgekehrt für eine kugelige Erde unſer Zenith identiſch mit dem Nadir unſerer Antipoden.

Wird aber die Erde (vergl. Abplattung) als ein abgeplattetes Sphäroid oder als ein Körper angenommen, der durch die Umdrehung einer Ellipſe um ihre kleine Axe entſtanden iſt, ſo liegt die Verticale (die nach dem Zenith des Beobachters gerichtete Gerade) keineswegs überall in dem Halbmeſſer, ſondern vielmehr in der Normale des von dem Beobachter eingenommenen Punctes, welche Normale nur am Aequator und unter den Polen mit dem Halbmeſſer zuſammenfällt.

Bei der ſphäroidiſch gedachten Erde muß man daher das beobachtete, das ſcheinbare, das eigentliche Zenith wohl von dem ſogenannten geocentriſchen Zenithe unterſcheiden, indem Erſteres, zufolge der im Eingange des Artikels gegebenen Definition, durch die Richtung der Schwere (des Bleiloths, der Normale), Letzteres aber durch den (verlängerten) Erdradius des Beobachters beſtimmt wird.* Der (Bogen-)

man bis auf eine zurückgelaſſene Luftblaſe mit gefärbtem Waſſer oder, beſſer, zur Verhütung des Gefrierens, mit Alkohol gefüllt, dann aber durch einen, mit der Grundfläche parallelen Deckel verſchloſſen hat, ſo daß die Oberfläche der Flüſſigkeit nach dem bekannten Naturgeſetze eine horizontale Ebene bildet. Die zurückgelaſſene Luftblaſe wird wegen ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit ſtets die höchſte Stelle in der Röhre einnehmen, mithin bei ſchiefer Lage der Letztern nach der höhern Seite zu eilen; bei horizontaler Lage aber, d. h. wenn die ebene Fläche, auf der die Röhre ſteht, mit der (immer horizontalen) Waſſer- (oder Weingeiſt-) Fläche in derſelben parallel läuft, in genau gleicher Entfernung von den Wänden, alſo im Mittelpuncte des Gefäſſes bleiben. Bezeichnet man dieſen Mittelpunct daher mit einem Pünctchen, ſo muß die Luftblaſe gerade über dieſem Pünctchen ſtehen, ſobald die Röhre auf einer völlig horizontalen Ebene ruht, und es gibt demnach die Lage der Blaſe ein ſicheres Kennzeichen für den wagrechten Stand der Unterlage der Röhre ab. Auf ein weiteres techniſches Detail können wir hier nicht eingehen, und bemerken nur noch, daß bei einer guten Waſſerwage die Fläche des Deckels mit der Grundfläche vollkommen parallel, ferner die Luftblaſe ſehr empfindlich, folglich nicht zu klein ſeyn muß.

Man kann ſich eines derartigen Inſtruments bedienen, um zu unterſuchen, um wie viel der eine von zwei beſtimmten Puncten über oder unter der erweiterten Horizontalebene des andern liegt, oder wie weit die beiden Horizontalebenen, welche durch dieſe Puncte gehen, lothrecht von einander abſtehen. Dieſe Operation heißt waſſerwägen, oder gebräuchlicher nivelliren (Libellatio; *Nivellement*), und jener lothrechte Abſtand das Gefälle von einem Punct zum andern.

* Es liegen aber das ſcheinbare und das geocentriſche Zenith beide in dem Meridian des Beobachters, und die rechnende Aſtronomie lehrt aus der Lage des Erſtern, welches allein unmit-

Abſtand des (Himmels=) Aequators von dem ſcheinbaren Zenith heißt die beobachtete Polhöhe oder die Breite, und vom geocentriſchen Zenith die geocentriſche oder verbeſſerte Polhöhe des Beobachtungsortes.

Das Zenith eines jeden Ortes gehört für denſelben in die unbewegliche Himmelskugel (ſ. Himmelskugel, 1. Bd. S. 760), und beſtimmt ſeinen Horizont und Mittagskreis (Meridian); daher man Städten, deren Zenith für einen einzigen Punct angenommen wird, auch nur einen Horizont und einen Mittagskreis beilegen kann.

Zenithdiſtanz, ſ. Abſtand vom Scheitel.

Zenithſector, ſ. Quadrant, in welchem Artikel dieſer Name einem nur wenige Grade enthaltenden Kreisausſchnitte, womit man ſehr ſcharfe Meſſungen von Zenithabſtänden ausführen kann, beigelegt wird.

Die äußerſt genauen Beobachtungen, welche beſonders ſeit dem Jahre 1725 über die Aberration der Fixſterne und die Geſtalt der Erde angeſtellt wurden, machten Inſtrumente (Kreiſe) nöthig, auf denen ſich die einzelnen Bogenſecunden noch deutlich erkennen ließen, deren Radius alſo ſchon eine beträchtliche Größe (wenigſtens 10 bis 12 Fuß) haben mußte; und weil jene Beobachtungen meiſtentheils in der Nähe des Zeniths, höchſtens 3 bis 4 Grade davon entfernt, Statt fanden, ſo brauchten dieſe Inſtrumente auch nur einen ſehr kleinen Bogen zu umfaſſen, weßhalb ſie den Namen Sectoren, Zenithſectoren erhielten.

Schon Picard (vergl. d. Art. Abplattung, 1. Bd. S. 21) bediente ſich zu ſeinen Meſſungen im Jahre 1670 eines Sectors von 10 Fuß, und Hooke um 1699 eines ſolchen von ſogar 36 Fuß Halbmeſſer; allein der erſte Sector, welcher allen Anſprüchen in Betreff der für ſo feine Beobachtungen erforderlichen Größe und Genauigkeit Genüge leiſtete, war derjenige, welchen der berühmte

telbar beobachtet werden kann, die des Letztern herleiten.

Engliſche Mechaniker Graham im Jahre 1725 für Molyneux conſtruirte (vgl. den Art. Abirrung des Lichtes), und dem bald darauf ein zweiter für Bradley nachfolgte, mit welchem dieſer große Aſtronom die Aberration und die Nutation entdeckte, und deſſen Genauigkeit Alles übertraf, was bisher in der Kunſt, kleine Winkel zu meſſen, geleiſtet worden war. Dieſer letztere, alſo beſonders merkwürdige Zenith=Sector wird im Obſervatorium zu Greenwich aufbewahrt.

Wir müſſen uns hier auf dieſe hiſtoriſchen Notizen beſchränken, und diejenigen Leſer, welche eine detaillirte Beſchreibung eines Zenithſectors verlangen, auf Lalande „Aſtronomie,“ 2. Bd. §. 2382 flgd. verweiſen, woſelbſt auch eine zum Verſtändniſſe unbedingt nothwendige, koſtbare Figur beigefügt iſt.

Zerlegung der Kräfte und Bewegungen; Resolutio virium et motus; *Décomposition des forces et du mouvement.* Wenn zwei oder mehrere Kräfte auf einen körperlichen Punct* zu gleicher Zeit wirken, ſo läßt ſich immer eine einzige Kraft angeben, deren Wirkung der Wirkung jener Kräfte gleichkommt, welche man alſo, ohne die Bewegung des Körpers zu ändern, jenen Kräften ſubſtituiren kann (vergl. Zuſammenſetzung der Kräfte und Bewegungen, welcher Artikel überhaupt mit dem gegenwärtigen im engſten Zuſammenhange ſteht, ja die Ergänzung deſſelben bildet.) Ebenſo kann man nun auch umgekehrt für eine auf den körperlichen Punct wirkende Kraft, zwei oder mehrere, zu=

* Körperlichen Punct wollen wir hier denjenigen Punct des Körpers nennen, an welchem die Kräfte unmittelbar wirkend angenommen werden (an dem ſie gleichſam angebracht ſind). Unſere Wiſſenſchaft hat es überdieß nur mit Geſtirnen zu thun; wenn man ſich daher, wie dieß gewöhnlich geſchieht, die ganze Maſſe eines Geſtirns in ſeinem Schwerpuncte concentrirt denkt (das Geſtirn als einen Punct anſieht), ſo iſt eben dieſer Schwerpunct der „körperliche Punct.“

ſammen dieſelbe Bewegung als die erſtere hervorbringende, Kräfte annehmen, oder jene *eine* Kraft in *mehrere* Kräfte *zerlegen*, und dieſer in der geſammten Mechanik, wie auch in der *Aſtronomie* ſo ungemein wichtige und fruchtbare Begriff wird mit dem Namen *Zerlegung der Kräfte* bezeichnet.

Um den Gegenſtand durch ein Beiſpiel zu erläutern, denken wir uns einen Körper (einen körperlichen Punct, vergl. die vorherg. Anmerk.), welcher, von *einer* Kraft bewegt, während jeder Secunde *zehn* Fuß in geradliniger Richtung mit gleichförmiger Geſchwindigkeit durchläuft, ſo daß die ihn bewegende Kraft alſo durch die Zahl 10 ausgedrückt werden kann*. Wirken nun ſtatt dieſer *einen* Kraft 10, *zwei* reſp. durch die Zahlen 4 und 6, oder *drei* durch 2, 3 und 5 ausgedrückte (auf dieſelbe Kraft*einheit* als jene erſtere bezogene) Kräfte auf unſern Körper nach *derſelben* Richtung, ſo bleibt die Bewegung unverändert, und man ſagt, daß die Kraft 10 im erſten Falle in die beiden Kräfte 4 und 6, und im zweiten in die drei Kräfte 2, 3 und 5 „*zerlegt*“ worden ſey. Man kann aber auch jener Kraft 10, ohne die Bewegung des Körpers zu ändern, eine nach derſelben Richtung wirkende Kraft 12, und eine nach gerade *entgegengeſetzter* Richtung hin wirkende, durch — 2 ausgedrückte, ſubſtituiren, oder erſtere in die beiden Kräfte + 12 und — 2 „zerlegen.“ Faßt man nun das Geſagte zuſammen, ſo ergibt ſich folgender Lehrſatz: „Eine jede Kraft a läßt ſich in beliebig „viele nach derſelben oder nach gerade „entgegengeſetzter Richtung mit a wir„kende, und auf dieſelbe Krafteinheit be„zogene Kräfte m, n, p, q ... zerlegen**, „wenn nur die algebraiſche Summe die„ſer letztern oder m + n + p + q . . . „= a iſt, wo die, dieſelbe Richtung mit „a befolgenden Kräfte das + und die „in entgegengeſetzter Richtung wirkenden „das — Zeichen erhalten.“

Bis jetzt haben wir nur ſolche Kräfte betrachtet, welche entweder dieſelbe oder doch eine gerade entgegengeſetzte Richtung als die zu zerlegende Kraft hatten, oder deren Richtungen mit der Richtung der letztern einen Winkel = 0 oder = 180° bildeten. Allein das Problem der „Zerlegung der Kräfte“ iſt ein weit *allgemeineres*, und beruht auf folgendem Satze:

Wenn an dem körperlichen Punct M (Fig. 2 der Tafel XXVII.) eine Kraft R wirkt, die ihrer Größe und Richtung nach durch die Linie MC = R vorgeſtellt wird, ſo kann man, ohne in der Wirkung dieſer Kraft etwas zu ändern, ſtatt ihrer zwei andere Kräfte ſubſtituiren, welche an demſelben Punct M wirken, der Richtung nach durch die zwei Seiten MT und MV des um MC als Diagonale beſchriebenen Parallelogramms dargeſtellt werden, und deren Größen ſich zur Größe der Kraft R, wie jene Linien zu MC verhalten. Da nun der Winkel VMT dieſes Parallelogramms willführlich gewählt werden kann, ſo läßt ſich das Parallelogramm ſelbſt, welches man auch „Parallelogramm der Kräfte“ nennt, auf unendlich verſchiedene Arten zeichnen, mithin auch jede Kraft auf unendlich viele Arten in zwei andere zerlegen. Nimmt man jenen Winkel 0 oder 180°, ſo kommt man auf den bereits erörterten ſpeciellen Fall.

Jener allgemeine Satz iſt eine bloße Umkehrung des Satzes der „Zuſammenſetzung der Kräfte,“ vermöge deſſen zwei an dem Punct M wirkende, und der Größe und Richtung nach durch die Linien MT, MV dargeſtellte Kräfte in eine einzige *zuſammengeſetzt* (durch ſelbe erſetzt) werden können, welche letztere Kraft durch die Diagonale MC des Parallelogramms MVTC ausgedrückt wird. *Newton* hat dieſen Satz als ein *Axiom* oder als ein Princip der Mechanik aufgeſtellt*;

* Indem man nämlich diejenige Kraft, welche *denſelben* Körper unter übrigens gleichen Umſtänden binnen 1 Secunde *einen* Fuß durchlaufen macht, zur Kraft-*Einheit* annimmt.

** D. h., um es nochmals zu wiederholen, man kann, ohne die Bewegung des Körpers zu ändern, für die Kraft a die Kräfte m, n, p, q . . . ſubſtituiren.

* Da die *Newton*'ſche Behandlung dieſes Gegenſtandes viel einfacher, deutlicher und

ſeine Nachfolger aber ſuchten denſelben theils durch Verſuche* zu beſtätigen, theils förmlich zu beweiſen. Mais il ne serait pas impossible, ſagt Lagrange in ſeiner théorie des fonctions analytiques, de prouver, que toutes les démonstrations qu'on a donneés de la composition des forces ne sont que la composition des espaces, déguisées; il n'en faut peut être excepter que celles qui sont fondées sur l'équilibre du *levier* droit. Einen ſolchen auf die Theorie des Hebels gegründeten ſcharfen Beweis werden wir aber in dem Artikel Zuſammenſetzung der Kräfte geben.

Obigem Satze gemäß iſt es nun völlig einerlei, ob auf M die Kraft MC = R allein, oder die beiden durch MT, MV dargeſtellten Kräfte zuſammen wirken; und ſo wie ſich jene erſte ſtatt der letzten ſetzen läßt, ſo laſſen ſich auch umgekehrt die beiden letzten Kräfte ſtatt jener erſten ſetzen. — Auf dieſelbe Weiſe kann man dann wiederum MV in MO und MR zerlegen, wodurch die erſte Kraft MC in drei andere, MT, MO, MR zerlegt wird u. ſ. w.

Alles bisher von den Kräften, als Urſache der Bewegungen Entwickelte, gilt offenbar auch von den Wirkungen oder den als Maß jener Kräfte dienenden Bewegungen ſelbſt, inſofern ſolche durch gleiche Zeiten dauern. Denn, da ſich dieſe Bewegungen (vergl. Bewegung zuſammengeſetzte 1. Bd. S. 121) nach demſelben Geſetze als die Kräfte zuſammenſetzen laſſen, ſo laſſen ſie ſich auch nach dieſem Geſetze zerlegen. Wenn nun die Bewegungen gleichförmig ſind, ſo verhalten ſich die Räume MC, MT, MV, welche in derſelben Zeit durchlaufen werden, wie die Geſchwindigkeiten (vergl. den Artikel). Es gelten mithin die Sätze auch von den Geſchwindigkeiten, und man kann die Geſchwindigkeit nach MC in zwei andere nach MT, MV zerlegen, welche ſich zu jener, wie die genannten Linien verhalten.

In dieſer ganzen Lehre heißt die zerlegte MC = R die mittlere Kraft, die Reſultirende oder Reſultante, und MT, MV, in welche ſelbe zerlegt wird, die beiden Seitenkräfte.

Das Problem über die „Zerlegung der Kräfte" iſt nun auf die Auflöſung des ebenen Dreiecks MCT zurückgeführt. Sey wiederum die mittlere Kraft MC = R, mit deren Richtung die Seitenkräfte MT, MV reſp. die Winkel o und u bilden, ſo iſt, da TC parallel (auch gleich) MV, der Winkel TCM = W. CMV = u, und der dritte Winkel MTC = 180°

überzeugender zugleich, als irgend einer der vielen weitläuftigen und gelehrten Beweiſe erſcheint, ſo können wir uns nicht enthalten, die eigenen Worte des unſterblichen Mannes hier anzuführen. In der Einleitung zu dem erſten Buche ſeiner *Principia* heißt es, wie folgt:

Lex II. Si vis aliqua motum quemvis generat, dupla duplum, tripla triplum etc. generabit, sive simul et semel, sive gradatim et successive impressa fuerit. Et hic motus, si corpus antea movebatur, motui ejus vel conspiranti additur, vel contrario subducitur, vel obliquo oblique adjicitur et cum eo secundum utriusque determinationem componitur.

Corollarium. Si corpus, dato tempore, vi sola P in loco M (unſerer Figur) impressa, ferretur uniformi cum motu ab M ad T, et vi sola Q, in eodem loco impressa, ferretur ab M ad V: compleatur parallelogrammum MTVC, et vi utraque ferretur eodem tempore corpus in diagonali ab M ad C. Nam quoniam vis Q agit secundum lineam MV ipsi TC parallelam, haec vis (secundum Legem II) non mutabit velocitatem accedendi ad lineam illam TC a vi altera genitam. Accedet igitur corpus eodem tempore ad lineam TC, sive vis Q imprimatur, sive non; atque adeo in fine illius temporis reperietur alicubi in linea illa TC. Eodem argumento in fine ejusdem temporis reperietur alicubi in linea VC, et idcirco in utriusque linea concursu C. Hieraus folgt aber unmittelbar das Theorem von der Zuſammenſetzung oder von der Zerlegung der Kräfte.

* Ueber den Verſuch mit der ſogenannten Diagonalmaſchine vergl. 1. Bd. S. 122.

— (o + u). Dieſes vorausgeſetzt, hat man nach dem hinreichend bekannten Satze

$$MT : MC = \mathrm{Sin}\, u : \mathrm{Sin}\, (o + u)\,^{*}$$

$$TC (= MV) : MC = \mathrm{Sin}\, o : \mathrm{Sin}\, (o + u)$$

und hieraus ergeben ſich die beiden Seitenkräfte, nämlich

$$MT = MC \frac{\mathrm{Sin}\, u}{\mathrm{Sin}\, (o + u} = R \frac{\mathrm{Sin}\, u}{\mathrm{Sin}\, (o + u)}$$

und

$$MV = TC = MC \frac{\mathrm{Sin}\, o}{\mathrm{Sin}\, (o + u)}$$

$$= R \frac{\mathrm{Sin}\, o}{\mathrm{Sin}\, (o + u)}.$$

Sind überhaupt von den ſechs, das genannte Dreieck MCT beſtimmenden, Größen R, MT, TC, o, u, 180° — (o + u) drei (etwa wie oben die Reſultirende R und die beiden Winkel o, u) gegeben, ſo kann man daraus die drei andern (oben die beiden Seitenkräfte und den dritten Winkel) berechnen. Ferner folgt aus unſern Gleichungen

$$MT : MV = R \frac{\mathrm{Sin}\, u}{\mathrm{Sin}\, (o + u)} : R \frac{\mathrm{Sin}\, o}{\mathrm{Sin}\, (o + u)} = \mathrm{Sin}\, u : \mathrm{Sin}\, o,$$

d. h. die beiden Seitenkräfte verhalten ſich umgekehrt wie die Sinus der von ihren Richtungen mit der Richtung der mittlern Kraft gebildeten Winkel.

In den meiſten Fällen reicht es bei den Aufgaben der Aſtronomie und Mechanik hin, die beiden Seitenkräfte unter gegen einander ſenkrechten Richtungen anzunehmen, wodurch das „Parallelogramm der Kräfte" in ein Rechteck verwandelt und der Winkel TMV = o + u = 90°, alſo deſſen Sinus = 1 wird. Dann erhält man

$$MT = R\, \mathrm{Sin}\, u = R\, \mathrm{Sin}\, (90° - o) = R\, \mathrm{Cos}\, o,$$

$$MV = R\, \mathrm{Sin}\, o$$ und

$$MT : MV = \mathrm{Cos}\, o : \mathrm{Sin}\, o,$$ d. h. bei der gedachten Annahme verhält ſich eine jede Seitenkraft zu der andern, wie der Coſinus des Winkels ihrer Richtung mit der mittlern Kraft zum Sinus dieſes Winkels. Endlich iſt in dieſem Falle auch noch

$$R^2 = \overline{MT}^2 + \overline{MV}^2,$$ wodurch man die Größe der Reſultirenden aus der der Seitenkräfte findet.

Die Anwendungen dieſer Sätze ſind unzählbar, und erſtrecken ſich über den ganzen Umfang der mechaniſchen Wiſſenſchaften. Wenn mehrere Kräfte, auf welche Art es immer ſey, ſo zuſammenwirken, daß ſie zum Theil einander aufheben, ſo zerlegt man ſie dergeſtalt in zweierlei Theile, daß einige derſelben ſich völlig aufheben, die übrigen mit einander parallel wirken, und ſich nach eben der Richtung ohne wechſelſeitige Störung mit einander verbinden. Dieſer Methode hat ſich d'Alembert in ſeiner Dynamik mit vielem Vortheile bedient; auch findet man ein Beiſpiel davon im Artikel Perturbationen 2. Bd. S. 301. — Einen der ſchönſten Beweiſe des Theorems der Zerlegung und Zuſammenſetzung der Kräfte, der aber freilich die Differentialberechnung erfordert, hat *Poisson* in der erſten Ausg. ſeines Traité de Mécanique gegeben, welcher ſogar demjenigen vorzuziehen iſt, den ihm der Verfaſſer in der zweiten Aufl. dieſes Werkes zu ſubſtituiren ſuchte.

Zimmer, verfinſtertes, dunkle Kammer; Camera obscura; *Chambre noire ou obscure.* Ein eingeſchloſſener dunkler Raum, in welchen die von irgend einem Objecte ausgehenden Lichtſtrahlen nicht anders als durch eine einzige ſehr enge Oeffnung einfallen können, von der aus ſie divergirend auf einer gegenüberſtehenden Wand oder auf einem dagegen gehaltenen Papier ſich ausbreiten, und eine mit den natürlichen Farben verſehene, jedoch verkehrt ſtehende, Abbildung des Objects hervorbringen, wird im Allgemeinen mit dieſem Namen belegt. Schon aus dieſer Definition geht hervor, daß der Gegenſtand in ſeiner ganzen Ausdehnung eigentlich in die Optik, als die Lehre vom Lichte, gehört, daher wir denſelben hier nur inſofern zu behandeln haben, als die Aſtronomie ſich ehedem einer ſolchen Veranſtaltung zu Beobachtungen der Sonne und beſonders der Sonnenflecken bediente, in

* Indem der MC gegenüberliegende Winkel = 180° (o + u) und Sin 180° (o + u) = Sin (o + u) iſt.

welchem letztern Artikel 2. Bd. S. 432 unter dieſem Geſichtspuncte auch hieher verwieſen worden iſt.

Sey alſo Figur 3 der Tafel XXVII. ABCD der eingeſchloſſene Raum, in den das Licht bloß durch die Oeffnung E einfallen kann, welche Oeffnung, vorausgeſetztermaßen, ſo klein iſt, daß ſie nur wenige, gleichſam nur einen Strahl von dem erleuchteten Gegenſtande FG hindurchgehen läßt. Auf dieſe Weiſe ſendet jeder Punct von FG nur einen einzigen Lichtſtrahl durch E, welcher die gegenüberliegende Wand DC trifft, und es erhält jeder Punct dieſer Wand nur Licht von einem einzigen Puncte des Gegenſtandes, von demjenigen nämlich, der mit ihm und E in einer geraden Linie liegt, z. B. f von F, g von G. Da nun jeder Punct, welcher Licht erhält, der Erfahrung gemäß, auch wieder Licht von ſich ſendet, ſo wird ein Auge, das die Wand DC betrachtet, von jedem Puncte derſelben Licht bekommen, das von einem beſtimmten Puncte des Gegenſtandes FG herrührt. Das Auge wird alſo genau dieſelbe Empfindung haben, als ob es den entſprechenden Punct des Gegenſtandes ſelbſt ſähe. So wird F in f, G in g erſcheinen, und es wird ſich ein getreues Bild des erleuchteten Gegenſtandes (mit deſſen natürlichen Farben, wenn die Wand weiß iſt) zeigen, welches jedoch eine verkehrte Lage hat, weil ſich die Strahlen in der Oeffnung E durchkreuzen, mithin die oberen herunter und die von der rechten Seite auf die linke kommen.

Wenn man alſo ein gewöhnliches Zimmer durch Verſchließung der Fenſter mit Laden gänzlich verdunkelt, und nur in einem Laden eine kleine runde Oeffnung läßt, ſo zeichnen ſich gegenüberliegende hinreichend erleuchtete Gegenſtände, als Häuſer, Bäume u. ſ. w., alſo auch die Sonnenſcheibe verkehrt an der Wand ab, und es werden die ſolchergeſtalt erlangten Bilder deſto größer ausfallen, je weiter die Wand von der Oeffnung abſteht.

Bis jetzt haben wir angenommen, daß die Oeffnung E ein bloßer Punct ſey. Bei der Anwendung ſelbſt iſt dieß jedoch nicht möglich, indem der Laden, um das Licht abzuhalten, eine gewiſſe Dicke haben, mithin die in ihm cylindriſch eingebohrte Oeffnung einen dieſer Dicke entſprechenden Umfang bekommen muß. Wäre jene Oeffnung nämlich allzueng, ſo würden die Lichtſtrahlen nicht hindurchgehen, ſondern an die innern Wände derſelben anprallen, und daſelbſt aufgefangen werden. Man muß alſo vielmehr die Oeffnung E als einen Cylinder betrachten, deſſen innere Grundfläche ein kleiner Kreis iſt. Bei dieſer Annahme aber ſendet der Punct F z. B. nicht, wie oben vorausgeſetzt worden, bloß den einzigen Lichtſtrahl Ff, ſondern den ganzen Strahlenkegel Fvφ hindurch, und verbreitet das Licht, welches er der Wand gibt, durch einen kreisförmigen Raum vom Durchmeſſer vφ. Es vermiſcht ſich demnach auf demſelben Puncte der Wand Licht von mehrern Puncten des Gegenſtandes, wie z. B. h Licht von allen den Puncten empfängt, die zwiſchen H und J liegen, woraus Undeutlichkeit des Bildes entſteht. Jeder Punct des Gegenſtandes FG breitet ſein Bild, welches auch ein Punct ſeyn ſollte, durch einen ganzen Kreis aus; dieſe Kreiſe greifen in einander, vermiſchen ihre Farben und machen die Umriſſe verworren und unbeſtimmt. Es hängt daher die Helligkeit des Bildes von der Anzahl der durch die Oeffnung E hindurchgehenden Lichtſtrahlen, die Deutlichkeit deſſelben aber von der Kleinheit der Oeffnung ab, und es bleiben die Bilder noch deutlich genug, ſo lange nur dieſe Oeffnung E nicht gar zu groß iſt.

Würde hingegen bei E ein ganzes Fenſter geöffnet, ſo wird jeder Punct, wie F, auf die Wand eine Strahlenpyramide ſenden, von der das Fenſter einen Durchſchnitt bildet. Jeder Punct wird nun ſein Licht auf der Wand durch die ganze Grundfläche dieſer Pyramide verbreiten, und daher das Auge Licht von allen Puncten der Wand empfangen, das ſie von unzähligen Stellen des Gegenſtandes zugleich erhalten haben. Mithin wird das Auge bloß die Erleuchtung der Wand, aber nicht mehr ein Bild des Gegenſtandes wahrnehmen.

Wenn man in die Oeffnung ein convexes Glas einſetzt, ſo werden die Bilder weit lebhafter, indem dann das Glas

alle diejenigen Strahlen in demſelben Puncte der Wand vereinigt, die aus einem Puncte des Gegenſtandes divergirend oder parallel auf ſeine Fläche fallen. Soll hiebei die gehörige Deutlichkeit ſtattfinden, ſo muß die Wand vom Glaſe genau um die Vereinigungsweite abſtehen, welche für ſehr entfernte Gegenſtände der Brennweite gleich iſt, für nähere aber größer wird.

An einem im „verfinſterten Zimmer" aufgefangenen Sonnenbilde beobachtete Kepler unter den Neuern zuerſt einen Sonnenflecken (vergl. d. A. 2. Bd. S. 432). Jetzt aber iſt ein ſolcher Apparat zu aſtronomiſchen Zwecken durchaus nicht mehr im Gebrauche, und man wendet bei allen Beobachtungen der Sonne lieber ein Fernrohr mit einem vor dem Ocular eingeſchraubten dunkeln Planglaſe an.

Zodiakal-Armilla, ſ. Ringkugel, in welchem Artikel eine vollſtändige Beſchreibung dieſes Inſtruments gegeben wurde, daher wir uns hier auf hiſtoriſche Notizen und einige andere, den Gegenſtand erläuternde Bemerkungen, beſchränken können.

Die ältern Aſtronomen bedienten ſich, da ſie weder Uhr noch Fernrohr beſaßen, der Ringkugeln, der „Zodiakal-Armillen," um die Längen und Breiten der Geſtirne durch unmittelbare Beobachtungen zu erhalten. Eratoſthenes ſoll ſie zuerſt in Gebrauch gebracht haben, Hipparchus und Ptolemäus (vergl. Länge der Geſtirne 2 Bd. S. 6) machten von denſelben vielſeitig Anwendung, und die Alexandriniſchen Armillen waren im Alterthume ſehr berühmt. Man brachte, um das Inſtrument zu gebrauchen, die Ekliptik und den Aequator in dieſelbe Lage, wie ſolche am Himmel dem Augenblicke der Beobachtung entſprach, und richtete dann einen um die Pole der Ekliptik beweglichen Kreis (einen Breitenkreis, wie wir jetzt ſagen würden), auf welchem Dioptern, um nach einem Geſtirne zu viſiren, angebracht waren, nach dieſem Geſtirne zu. Derjenige Punct, wo dieſer Kreis die Ekliptik traf, gab die Länge des Geſtirns, der Abſtandsbogen auf dem beweglichen Kreiſe ſelbſt ſeine Breite an. Die Beobachtung läßt ſich am beſten anſtellen, wenn man, etwa um die Stellung des Mondes zu finden, den Ort der Sonne am Inſtrumente durch unmittelbares Viſiren nach derſelben in die richtige Stellung bringen konnte. Wollte man ferner den Zeitpunct beſtimmen, wo die Sonne ſich eben im Aequinoctium befand, ſo ſtellte man das Inſtrument genau auf, und beobachtete, wenn der Schatten der einen Hälfte des künſtlichen Aequators auf die andere fiel. In dieſem Augenblicke war dann die Sonne in der Ebene des Aequators. Fand ſolches aber weder am geſtrigen noch am heutigen Tage genau Statt, ſondern war die Sonne während der dazwiſchen liegenden Nacht durch die (Frühlings- oder Herbſt-) Nachtgleiche gegangen, ſo ſuchte man zwei Zeitpuncte zu erhalten, wo obiger Schatten das eine Mal nördlich, das andere Mal ſüdlich um gleich viel von der Richtung der Ebene des Aequators abwich, und konnte dann die in der Mitte zwiſchen jenen Beobachtungen liegende Zeit als Zeit der Nachtgleiche anſehen.

Es hat indeſſen große Schwierigkeiten, das Inſtrument in der jedem Augenblicke entſprechenden, richtigen Stellung zu erhalten, weil die Lage der Ekliptik (ihr Winkel mit dem Horizonte) ſich fortwährend ändert, und können mithin die auf dieſe Weiſe angeſtellten Beobachtungen, obwohl ſie für jene Zeiten von großem Werthe waren, auf unſer Zutrauen wenig Anſpruch machen. Tycho de Brahe verfiel zuerſt darauf, mittelſt ſolcher Ringkugeln, die er deßhalb Aequatoreal-Armillen nannte, die gerade Aufſteigung und Abweichung der Geſtirne zu beobachten, indem er, ſtatt wie ſeine Vorgänger die Ekliptik und den Breitenkreis, vielmehr den Aequator nebſt einem Abweichungskreiſe benutzte; und die von ihm erzielten Reſultate ſind, da der Winkel des Aequators mit dem Horizonte (die Aequatorshöhe des Beobachters) ſtets derſelbe bleibt, alſo das Inſtrument, einmal in die richtige Stellung gebracht, fortwährend darin erhalten werden kann, viel ſicherer. Aus Rectaſcenſion und Deklination wurden dann aber Länge und Breite berechnet. — Heutzutage werden die Armillen zu kei-

nerlei aſtronomiſchen Zwecken mehr angewendet.

Zodiakallicht, ſ. Thierkreislicht.

Zodiakus, ſ. Thierkreis.

Zonen, ſ. Erdſtriche.

Zurückwerfung der Lichtſtrahlen, Reflexionen des Lichtes, Zurückſtrahlung; Reflexio radiorum lucis; *Réflexion de la lumière.* So wie die Theorie der Refractoren eine genaue Kenntniß der Geſetze der Brechung der Lichtſtrahlen (ſ. d. A.) vorausſetzt, ſo iſt die Lehre von den Reflectoren mit der der Zurückwerfung des Lichts auf das Engſte verbunden (vergl. Spiegel), weshalb wir den Gegenſtand mit aller der Wichtigkeit desſelben angemeſſenen Ausführlichkeit erörtern müſſen.

Im naturwiſſenſchaftlichen Sinne überhaupt verſteht man unter Zurückwerfung die Veränderung der Richtung, welche bewegte Körper vermöge ihrer Elaſticität erleiden, wenn ſie an Hinderniſſe ſtoßen, und hierdurch abgehalten werden, ihre Bewegung in der urſprünglichen Richtung fortzuſetzen. Zurückwerfung des Lichtes heißt demnach das Zurückſpringen oder Abprallen der Lichtſtrahlen, wenn ſie auf Oberflächen ſolcher Körper fallen, welche entweder ganz oder in einem gewiſſen Grade undurchſichtig ſind*. Dieſer Eigenſchaft gemäß ſendet die undurchſichtige Fläche DE Figur 4. der Tafel XXVII. den Lichtſtrahl AB nach der Richtung BC zurück. Iſt die Fläche DE zugleich eben (glatt), ſo werden die Strahlen in eben derſelben Ordnung zurückgeworfen, in welcher ſie einfielen, und zeigen dem Auge Bilder der Gegenſtände, von denen ſie ausgingen. Iſt hingegen jene Fläche rauh, ſo wirft ſelbe das Licht ſo unordentlich und nach ſo vielen verſchiedenen Richtungen zurück, daß das Auge kein Bild der Gegenſtände gewahr wird, ſondern nur Erleuchtung, mithin die Fläche ſelbſt, bemerkt. Auf dieſer allgemeinen Eigenſchaft des Lichtes beruhen die Phänomene des Sehens vermittelſt der Spiegel, vergl. d. AA. Spiegelquadrant, Spiegelteleſkop, weshalb es unumgänglich nothwendig erſcheint, die Geſetze der Zurückwerfung, obgleich dieſelben eigentlich vor das Forum der Phyſik gehören, auch hier, der Vollſtändigkeit wegen, abzuhandeln.

Um aber das Geſetz, nach welchem ſich die Zurückſtrahlung richtet, genau beſtimmen zu können, ſtellt man ſich an dem Einfallspuncte (Punctum incidentiae; Point d'incidence) B (wieder Fig. 4 Taf. XXVII), wo der einfallende Strahl (Radius incidens; Rayon incident) AB die zurückwerfende Fläche DBE trifft, eine auf dieſer Fläche lothrecht ſtehende Gerade FB vor. Dieſe Linie heißt das Einfallsloth oder Neigungsloth (Cathetus incidentiae; Cathète d'incidence), der Winkel ABF oder u, welchen der einfallende Strahl mit ihr macht, der Einfallswinkel (Angulus incidentiae; Angle d'incidence) und der Winkel FBC oder y, den der zurückgeworfene Strahl BC mit dem Einfallslothe bildet, der Zurückwerfungs- oder Reflexionswinkel (Angulus reflexionis; Angle de réflexion)*. Die durch das Einfallsloth und den einfallenden Strahl gelegte Ebene, oder die erweiterte Ebene des Einfallswinkels ABF (und ABD) heißt endlich die Zurückwerfungsebene (Planum reflexionis; Plan de réflexion).

* Gänzlich durchſichtige Körper würden der Fortpflanzung des Lichts kein Hinderniß entgegen ſtellen, welches doch nach oben die Hauptbedingung aller Zurückwerfung ausmacht.

* Sehr oft werden aber auch diejenigen Winkel, welche der einfallende und der zurückgeworfene Strahl mit der Ebene DBE ſelbſt machen, nämlich ABD und CBE oder o und x, welche u und y zu 90° ergänzen, Einfalls- und Reflexionswinkel genannt. Klügel nennt u den Einfallswinkel und o den Neigungswinkel. Andere Schriftſteller hingegen, beſonders Lambert und Käſtner, nennen o den Einfallswinkel, ſo daß dieſer Name hier in einem andern Sinne, als bei der Brechung gebraucht wird, wo er den Winkel des einfallenden Strahles mit dem Einfallslothe (vgl. 1. Bd. S. 125) oder u bezeichnet.

Dieſes vorausgeſetzt, ſind nun die **Geſetze der Zurückſtrahlung** folgende:

1) Wenn ein Lichtſtrahl von einer undurchſichtigen Fläche zurückgeworfen wird, ſo bilden der einfallende und der zurückgeworfene Strahl mit jener Fläche ſelbſt (folglich auch mit dem Einfallslothe) **gleiche** Winkel, oder: Der **Zurückwerfungswinkel iſt dem Einfallswinkel gleich**. Dieſer Satz gilt, in welchem Sinne (vergl. die letzte Anmerkung) man auch die Benennungen des Einfalls- und Zurückwerfungswinkels nehmen mag (es iſt nämlich $u = y$, mithin auch $90^\circ - u = 90^\circ - y$, d. h. $o = x$).

2) **Der zurückgeworfene Strahl bleibt in der Zurückwerfungsebene**, welche in der Figur die Ebene des Papiers iſt. Man kann ſich daher bei allen katoptriſchen Zeichnungen erlauben, die zurückgeworfenen Strahlen in der Ebene des Papiers fortgehen zu laſſen, wofern nur die einfallenden Strahlen und die Einfallslothe gleichfalls in dieſer Ebene liegen.

Dieſe Geſetze werden durch die Erfahrung auf vielfache Weiſe beſtätigt. Wenn wir einen Gegenſtand im Planſpiegel erblicken, kann man von dieſem Gegenſtande und unſerm Auge gerade Linien bis zu demjenigen Puncte des Spiegels, hinter dem er erſcheint, ziehen, welche mit der Ebene des Spiegels gleiche Winkel machen. Dieſe Linien aber ſind die Wege des einfallenden und des zurückgeworfenen Lichtes. Setzt man eine ebene Fläche wie ADEC auf einen Spiegel ſenkrecht, nimmt auf ihrer Durchſchnittslinie DE mit demſelben BD = BE, und errichtet aus D und E gleiche Perpendikel DA und EC, ſo daß Winkel $o = x$ wird, ſo erſcheint ein glänzender Gegenſtand, z. B. eine Stecknadel, in einen Punct der Linie AB geſteckt, einem Auge, das ſich in der Linie BC befindet, im Spiegel in der verlängerten CB, und wird nicht mehr geſehen, ſobald man den Punct B bedeckt, oder eine zweite Nadel in die Linie BC ſteckt, vor welcher das Auge den Punct C nicht ſehen kann. Dieſer Verſuch iſt ſo leicht anzuſtellen, und gewährt eine ſolche ſinnliche Ueberzeugung von der Richtigkeit obiger Geſetze, daß wir ihn unſern Leſern dringend anempfehlen. Im verfinſterten Zimmer ferner (vgl. **Zimmer, verfinſtertes**), wo man den Weg des durch eine enge Oeffnung einfallenden Lichtſtrahles **ſehen**, ihm einen Spiegel vorhalten, und den Einfalls- und Zurückwerfungswinkel **meſſen** kann, zeigt ſich die Richtigkeit jener Geſetze noch deutlicher. Endlich ſtimmen alle auf dieſelben begründete Theorieen und Erklärungen mit der Erfahrung vollkommen überein.

Obgleich das Geſetz der Gleichheit des Einfalls und Zurückſtrahlungswinkels ſchon in den älteſten Zeiten bekannt war, und namentlich von den Weltweiſen der **Platoniſchen** Schule überall erwähnt wurde, wo ſie vom Wege des Lichtes und vom Bilde im Spiegel ſprechen, ſo iſt dennoch der **Entdecker** dieſes Geſetzes durchaus unbekannt. **Prieſtley** * iſt der Meinung, daß die Beobachtung der **Sonnenſtrahlen**, wie ſie von der Oberfläche des Waſſers oder eines andern glatten Körpers zurückgeworfen werden, zu dieſer Entdeckung Anlaß gegeben habe. Denn, nach ihm, mußte man bemerken, daß, wenn der Strahl faſt **ſenkrecht** auffiel, er auch ebenſo wieder zurückprallte, daß er aber **ſchief** zurückging, ſobald er ſchief aufgefallen war. Machte man dann aber einige noch ſo rohe und unvollkommene Verſuche, dieſe Winkel zu **meſſen**, ſo mußte man auch ihre Gleichheit finden und als erwieſen annehmen, ferner bemerken, daß der einfallende und zurückgehende Strahl beide

* **Prieſtley (Joſeph)**, ein gelehrter Theolog und berühmter Phyſiker, geb. 1733 bei Leeds in England, lehrte als Prediger zuerſt in Leeds, dann in London, und zuletzt in Northumberland, einer Stadt Pennſylvaniens, wo er am 6ten Februar 1804 ſtarb. Er hat eine Menge von Schriften herausgegeben, unter andern eine „Geſchichte der Entdeckungen über die Viſion, das Licht und die Farben.“ Mit bei weitem weniger Glück wendete er ſich der Metaphyſik zu, wodurch er ſich ſeine frühern Freunde entfremdete. Als Phyſiker und Chemiker aber ſteht er unter den Vorderſten ſeiner Zeit.

in eben derſelben auf der zurückwerfenden Fläche ſenkrechten Ebene liegen.

Das Geſetz der Zurückſtrahlung des Lichts ſtimmt mit dem allgemeinern Geſetze, nach welchem jeder Körper von einem unbeweglichen Hinderniſſe vermittelſt der Elaſticität zurückgeworfen wird, ſo vollkommen überein, daß es ſehr natürlich war, die Zurückſtrahlung als eine Wirkung des Stoßes zu betrachten, welchen das auf undurchdringliche Hinderniſſe treffende Licht erleidet. Aus dieſem Grunde erklärte Descartes die Zurückſtrahlung auf gleiche Weiſe, wie jede Zurückwerfung feſter Körper, ohne dabei auf Elaſticität Rückſicht zu nehmen. Huygens hingegen, welcher die Geſetze des Stoßes beſſer kannte, ſuchte mit Recht die Urſache der Reflexion in der Elaſticität der Körper; allein auch er fand hiebei kein Bedenken, die Zurückſtrahlung als eine Wirkung des Stoßes anzuſehen, welche Anſicht auch Euler* in ſein Syſtem aufnahm.

So leicht und einfach indeſſen dieſe mechaniſche Erklärung der Zurückſtrahlung aus den allgemeinen Geſetzen des Stoßes elaſtiſcher Körper beim erſten Anblicke erſcheint, ſo zeigen ſich dennoch bei genauerer Betrachtung unüberwindliche Schwierigkeiten gegen dieſelbe, und Newton hat (Optices L. II. P. 3. Prop. 8.) ausführlich bewieſen, daß bei der Reflexion Umſtände vorkommen, welche ſich aus einem Anſtoßen des Lichtes ſchlechterdings nicht mehr erklären laſſen. Es würde uns viel zu weit führen, wenn wir die Unterſuchungen des großen Mannes hier umſtändlich entwickeln wollten, daher wir uns begnügen müſſen, den Leſer auf das genannte Werk zu verweiſen, und nur noch bemerken, daß Newton Brechung und Zurückwerfung des Lichts aus derſelben Urſache, aus einer nur unter verſchiedenen Umſtänden ſich verſchieden äußernden Kraft herleitet (vgl. auch den Artikel Brechung 1. Bd. S. 130). In ihrer höchſten Vollendung wurde die Newton'ſche Theorie der Reflexion zuletzt noch von Biot (Traité de Physique expérimentale et mathématique. Paris 1816) bearbeitet. Die übrigen literariſchen Notizen findet man im Art. Katoptrik, unter welchem Namen die Lehre von der Zurückwerfung des Lichts in der Optik bekanntlich behandelt wird.

* Nova theor. lucis et colorum, in Opusc. varii argum. Berol. 1746. 4. Cap. IV. §§. 71, 72.

Zurückwerfungsebene } ſ. d. voranſt. Art. „Zurückwerfung der Lichtſtrahlen“
Zurückwerfungswinkel }

Zuſammenkunft, ſ. Aſpecten.

Zuſammenſetzung der Kräfte und Bewegungen; Compositio virium et motus; *Composition des forces et du mouvement.* Wenn ein Körper* mehreren Bewegungen, deren Richtungen beliebige Winkel mit einander bilden, zu gleicher Zeit unterworfen wird, ſo entſteht eine Bewegung deſſelben nach einer andern, im Allgemeinen** von der jeder Einzelbewegung abweichenden Richtung, welche man zuſammengeſetzte Bewegung nennt. Jede Bewegung kann aber als Wirkung einer Kraft gedacht werden, daher nach dem eben

* In dieſem ganzen Artikel betrachten wir den Körper als einen körperlichen Punct, vergl. Zerlegung der Kräfte. 2. Bd. S. 759.

** Wird der Körper von mehrern, ſämmtlich in derſelben Richtung wirkenden Kräften getrieben, ſo bewegt er ſich nothwendigerweiſe in dieſer Richtung, und ſeine Geſchwindigkeit iſt der Summe der Geſchwindigkeiten gleich, welche ihm jede dieſer Kräfte einzeln verliehen haben würde. Wirken hingegen einige der Kräfte in gerade entgegengeſetzter Richtung der andern, ſo wird der bewegte Körper die Richtung derjenigen Kräfte befolgen, deren Summe am größten iſt, und ſeine Geſchwindigkeit der Differenz der Kräfte (indem man die in dem einen Sinne wirkenden als poſitiv, die entgegengeſetzten als negativ betrachtet) proportional ſeyn.

In allen andern Fällen aber weicht, wie im Texte ſteht, die Richtung des bewegten Körpers von den Einzelrichtungen der ihn bewegenden Kräfte ab.

Geſagten zwei oder mehrere nach verſchiedenen Richtungen treibende Kräfte genau dieſelbe Wirkung ausüben, als eine einzige Kraft, welche nach einer gewiſſen, zwiſchen jene fallenden Richtung wirkte.

Nehmen wir z. B. an, daß im Körper M (Fig. 2 der Tafel XXVII) zwei gleichförmige Bewegungen zugleich erzeugt werden, deren eine ihn während einer beſtimmten Zeit durch den Raum MV, die andere aber in derſelben Zeit durch MT führen würde, ſo entſteht aus beiden eine neue, eine zuſammengeſetzte geradlinige Bewegung, vermittelſt welcher der Körper die Diagonale MC des Parallelogramms MVTC durchläuft (vgl. Bewegung zuſammengeſetzte 1. Bd. S. 121). Stellt man ſich nun jene Bewegungen durch MV und MT als Wirkungen von Kräften vor, deren Richtungen reſp. nach MV und MT gehen, und deren Größen ſich wie MV : MT verhalten, ſo wird man ſich auch die zuſammengeſetzte Bewegung durch MC als Wirkung einer neuen Kraft denken können, deren Richtung nach MC geht, und deren Größe ſich zu jenen wie MC zu MV und zu MT verhält. Es tritt hier mithin der Fall ein, daß zwei zuſammenkommende Kräfte dieſelbe Wirkung ausüben, wie eine dritte Kraft, die ſich aus jenen nach den Regeln der zuſammengeſetzten Bewegung, wie ſolche l. c. auseinandergeſetzt worden, beſtimmen läßt, und dieſe Verbindung mehrerer einfacher Bewegungen zu einer zuſammengeſetzten, oder mehrerer Kräfte zu einer einzigen, dieſelbe Wirkung als jene hervorbringende Kraft, heißt Zuſammenſetzung der Kräfte und Bewegungen. Bei den Kräften insbeſondere nennt man die den beweglichen Körper treibenden die Seitenkräfte, die aus ihnen zuſammengeſetzte die mittlere Kraft, und die Richtung der letztern die mittlere Richtung.

Wie man aus dem beigebrachten Beiſpiele erſieht, wird die Zuſammenſetzung der Bewegungen mittelſt des Satzes vom „Parallelogramm der Kräfte“ ausgeführt, welcher Satz ſich gleichfalls im erſten Bande S. 121 vorgetragen findet, und den man etwa auf folgende Art beweiſen könnte.

Indem der bewegte Körper die Linie MV (unſerer Figur 2) zurücklegt, ſtelle man ſich vor, daß (um der Bewegung nach der Richtung MT zu genügen) alle Puncte des Weges MV parallel mit MT fortſchreiten und ſo in der ganzen Zeit jeder derſelben einen Weg = MT zurücklege. Dann iſt am Ende dieſer Zeit der Körper in Beziehung auf die Richtung MV im Puncte V, dieſer Punct ſelbſt aber, und mithin auch der Körper in C, dem Endpuncte der Diagonale MC, indem die ganze Linie MV jetzt die Lage TC hat. Während der Hälfte der Zeit würde ihn die eine Bewegung bis auf die Hälfte* des Weges MV, die zweite ebenſo bis $\frac{1}{2}$ MT geführt haben; er wird alſo in dieſer Hälfte der Zeit auf der Mitte der Diagonale MC ſeyn. So läßt ſich beweiſen, daß der Körper am Ende eines jeden Zeittheiles in irgend einem Puncte dieſer Diagonale ſeyn, alſo am Ende der ganzen Zeit die gerade Linie MC beſchrieben haben muß.

Einen ſtrengen, auf die Theorie des Hebels gegründeten Beweis der Zuſammenſetzung der Kräfte hat Käſtner** gegeben, und wir halten es der Wichtigkeit des Gegenſtandes für angemeſſen, dieſen ſchon im Artikel „Zerlegung der Kräfte“ erwähnten Beweis hier unſern Leſern vollſtändig mitzutheilen.

Wir legen dabei den bekannten Satz zu Grunde, daß zwei an den Endpuncten eines Hebels wirkende Kräfte im Gleichgewichte ſtehen, wenn ſie ſich umgekehrt wie ihre ſenkrechten Abſtände vom Ruhepuncte (Hypomochlium) verhalten. Wenn daher AB (Fig. 5 d. Taf. XXVII) einen ſolchen Hebel vorſtellt, an welchem in A und B die Kräfte P und Q unter einem beliebigen*** Winkel mit AB wirken, und deſſen Ruhepunct C dergeſtalt angenommen worden, daß Gleichgewicht Statt findet, ſo hat man, wenn überdieß CD und CE reſp. ſenkrecht auf den Rich-

* Wir erinnern nochmals, daß hier beide Bewegungen gleichförmig vorausgeſetzt werden.

** Vectis et compositionis virium theoria evidentius exposita, Lips. 1753. 4.

*** Es dürfen jedoch wegen des Folgenden die Richtungen der beiden Kräfte nicht parallel mit einander angenommen werden.

tungen der Kräfte P und Q ſtehen, nach obigem Satze

$$P : Q = CE : CD.$$

Da man jede Kraft, ohne die Wirkung derſelben zu ändern, an einem beliebigen, in ihrer Richtung liegenden Punct angebracht denken kann, ſo wollen wir den Punct M, wo ſich die Richtungen der beiden Kräfte P, Q ſchneiden, zum gemeinſchaftlichen Angriffspuncte dieſer Kräfte nehmen, und uns demgemäß die letztern, als an M unmittelbar wirkend, vorſtellen. Die Richtung der *mittlern* Kraft muß nun, indem, vorausgeſetztermaßen, Gleichgewicht herrſchen ſoll, durch den *feſten* Punct C gehen, oder es muß MC die *mittlere Richtung* ſeyn, nach welcher die Kräfte P, Q einen Druck auf C ausüben.

Um dieſe Richtung näher zu beſtimmen, ziehe man die Geraden CT, CV reſp. parallel mit MB und MA, ſo iſt Wink. CTD = W. TME = W. CVE, und es ſind mithin die beiden rechtwinkligen Dreiecke CDT, CVE einander ähnlich, woraus die Proportion

$CV : CT = CE : CD$ oder da $CV = MT$, $CT = MV$,
$MT : MV = CE : CD$, d. h. nach oben
$MT : MV = P : Q$ folgt.

Wenn man alſo auf den Richtungen zweier Kräfte P, Q, von dem Puncte M, wo ſie einander ſchneiden, an, zwei Linien MT, MV nimmt, die ſich wie jene Kräfte P, Q, verhalten, und das Parallelogramm MTCV unter dieſen Linien ergänzt, ſo ſtellt die Diagonale MC die *mittlere Richtung* vor, oder die beiden Kräfte P, Q nach den Richtungen MA, MB, werden zuſammen den Punct M genau eben ſo ſollicitiren, wie eine einzige Kraft, welche auf ihn nach der Richtung MC wirkte.

Es bleibt nun noch zu beweiſen, daß dieſe mittlere, nach MC wirkende Kraft, auch der *Größe* nach der Diagonale MC proportional ſeyn müſſe, oder daß ſie ſich zu den beiden Seitenkräften wie MC zu MT und MV verhalte. Dieſen Beweis führt *Käſtner* auf folgende Art:

An dem Körper M (Fig. 6 der Tafel XXVII) wirken wiederum zwei Kräfte, deren Richtungen und Größen durch die Geraden MT, MV ausgedrückt werden; dann gibt nach dem Vorhergehenden die Diagonale MC die *Richtung* der *mittlern* Kraft an. Man ſucht nun die *Größe* dieſer nach MC gerichteten Kraft, welche Größe wir = x ſetzen wollen.

Man denke ſich die Verlängerung von CM als einen Faden in der Richtung Mc, ſo wird an dieſem Faden eine Kraft nach Mc ziehen können. Nun nehme man dieſe letztere Kraft der Reſultirenden der beiden Kräfte MT und MV der *Größe* nach *gleich*, alſo ebenfalls = x, der *Richtung* nach aber *entgegengeſetzt* an. Dann wird, da jetzt zwei gleiche Kräfte (x) nach entgegengeſetzten Richtungen am Puncte M wirken, Gleichgewicht herrſchen, d. h. die beiden Kräfte MT, MV, und die (der Größe nach noch unbekannte) Kraft x in der Richtung Mc erhalten einander an M im Gleichgewicht. Man kann daher auch x und MT als zwei *Seitenkräfte* anſehen, denen eine *mittlere Kraft* entſpricht, die mit MV im Gleichgewichte ſteht, folglich MV (gleich und) gerade entgegengeſetzt ſeyn muß*. Verlängert man demnach MV *rückwärts* oder nach Mu hin, ſo erhält man die *Richtung* dieſer mittlern Kraft, welche andererſeits nach dem vorher Bewieſenen zugleich die Richtung der Diagonale des aus den Seitenkräften x und MT gebildeten Parallelogramms McuT (wo jedoch die Länge der Geraden Mc = x noch *unbekannt* iſt) abgibt. Betrachtet man aber die beiden Dreiecke MCV und Mcu, ſo iſt in ſelben cu = MT = CV, W. MVC = W. Muc (als Wechſelwinkel zwiſchen Parallelen), W. CMV = W. cMu (als Scheitelwinkel); mithin ſind die genannten Dreiecke *congruent* und Mu = MV, Mc = MC = x. Es ſtellt daher die Diagonale MC nicht nur die *Richtung*, ſondern auch die *Größe* der mittlern Kraft, die den beiden Seitenkräften MT, MV

* Es iſt nämlich offenbar, daß, wenn drei (oder auch beliebig viele, n) Kräfte im Gleichgewichte ſtehen, die Reſultirende von zweien (oder n — 1) derſelben der dritten (der nten) Kraft gleich und gerade entgegengeſetzt ſeyn muß.

entſpricht, vor, welches zu beweiſen war.

Wenn daher ein Körper M von zweien Kräften zugleich getrieben wird, welche ſich den Richtungen und Größen nach wie die Geraden MT, MV verhalten, ſo iſt die Wirkung auf den Körper dieſelbe, als ob ihn nur Eine Kraft triebe, deren Richtung und Größe durch die Gerade MC (die Diagonale des Parallelogramms MTCV) ausgedrückt wird.

Da in jedem Paralellogramm die Diagonale kleiner als die Summe zweier anſtoßenden Seiten iſt, ſo kann die mittlere Kraft MC nie ſo groß als die Summe der beiden Seitenkräfte MT + MV ſeyn, und es geht demnach bei jeder Zuſammenſetzung ein Theil der Kräftenſumme verloren. Dieſer Verluſt iſt um ſo großer, je größer der W. TMV iſt, den die Richtungen der Seitenkräfte mit einander bilden, mithin geringer, wenn dieſer Winkel klein iſt, oder die Richtungen beider Seitenkräfte mehr conſpiriren.

Iſt der genannte Winkel TMV = 90°, und kennt man die Seitenkräfte MT = p, MV = q, ſo gibt die Trigonometrie die mittlere Kraft oder

$$MC = \sqrt{(p^2 + q^2)},$$

ferner $\text{Sin } TMC = \frac{q}{MC}$ $\text{Sin } VMC = \frac{p}{MC}$.

Wirken drei oder mehrere Kräfte zu gleicher Zeit, ſo kann man zuerſt zwei davon zuſammenſetzen, dann ſetzt man die hieraus entſtandene mittlere Kraft, als eine Seitenkraft betrachtet, mit der dritten, u. ſ. w. zuſammen. Auf dieſe Weiſe findet man aber leicht, daß die mittlere Kraft aus drei einen Körper zuſammen angreifenden Kräften der Diagonale eines Parallelepipedums gleich iſt, deſſen drei Seitenlinien (Kanten) jene drei Kräfte der Größe und Richtung nach vorſtellen.

Bringen endlich die Kräfte keine gleichförmigen Bewegungen (wie ſolche bisher ſtets vorausgeſetzt worden) hervor, ſo kann man dieſelben doch wenigſtens in unendlich kleinen Zeitelementen als gleichförmig betrachten, und aus der Zuſammenſetzung der Elemente des Weges Differentialgleichungen für dieſelben herleiten. Auf dieſe Weiſe findet man, daß die zuſammengeſetzte Bewegung geradlinig bleibt, ſobald die Seitenkräfte fortwährend ſich ſelbſt parallel bleiben, und die Geſchwindigkeiten, welche ſie an jedem Puncte des Weges hervorbringen, daſſelbe Verhältniß zu einander haben. Aendern ſich hingegen die Richtungen der Kräfte, oder die Verhältniſſe der Geſchwindigkeiten, ſo wird der vom bewegten Körper beſchriebene Weg eine krumme Linie, deren Natur aus jenen Differentialgleichungen gefunden werden muß. Es bleibt demnach die „Zuſammenſetzung der Kräfte und Bewegungen“ immer die Grundlage, auf welche faſt alle Unterſuchungen der höhern Mechanik, ſelbſt bei krummlinigen Bewegungen, gebaut werden müſſen, wie ſolches in den AA. Centralbewegung, Wurf, welche zugleich als Beiſpiele der Anwendung der ſo eben entwickelten Sätze dienen können, geſchehen iſt.

Da ſich die Wege MT, MV, MC, welche in gleichen Zeiten mit gleichförmiger Bewegung beſchrieben worden, wie die dieſen Bewegungen entſprechenden Geſchwindigkeiten verhalten, ſo drücken die Verhältniſſe derſelben zu einander nicht nur Verhältniſſe der Bewegungen und Kräfte, ſondern auch der Geſchwindigkeiten aus. Man kann demnach auch Geſchwindigkeiten zuſammenſetzen, oder annehmen, daß der Körper M, welchem die beiden, durch die Geraden MT, MV ausgedrückten Geſchwindigkeiten mitgetheilt worden, hiedurch die durch MC dargeſtellte Geſchwindigkeit erhalte.

Daß alle dieſe Lehren unbeſchreiblich fruchtbar an Anwendungen ſind, haben wir ſchon in Zerlegung der Kräfte und Bewegungen erwähnt, auf welchen mit dem gegenwärtigen, im engſten Zuſammenhange ſtehenden Artikel wir ſchließlich den Leſer verweiſen.

Zweiſchattige; Amphiscii; *Amphisciens.* Die Bewohner der heißen Zone, deren Schatten im Mittage bald

nord- bald ſüdwärts fällt*. Für jeden in der heißen Zone liegenden Ort gibt es nämlich zwei Tage im Jahre, an welchen die Sonne im Mittage durch den Scheitel geht, welches an denjenigen Tagen geſchieht, wo die Abweichung der Sonne der Polhöhe oder geographiſchen Breite des Ortes gleich wird; an dieſen Tagen ſind dann die Bewohner des betreffenden Ortes unſchattig (vgl. den Art. Unſchattige). Während der zwiſchen dieſen beiden Tagen liegenden Zeit aber geht die Sonne in dem einen Theile des Jahres ſüdwärts, in dem andern nordwärts des Scheitels durch den Meridian, und die Schatten fallen daher in jenem Theile nach Norden, in dieſem nach Süden, woher die Benennung Zweiſchattige entſtanden iſt. Varenius* nennt die Bewohner dieſer Orte in ſeiner „Geogr. gen." aus den angeführten Gründen „Ascii - Amphiscii."

* Im Gegenſatze zu den Bewohnern der andern Zonen, deren Schatten entweder ſtets nordwärts oder ſtets ſüdwärts fällt, und welche deßhalb in dieſer Beziehung auch Einſchattige heißen.

* Vergl. die Anmerkung auf S. 382 des zweiten Bandes.

Anhang
zum zweiten Bande des
Aſtronomiſchen Wörterbuches.

(Vgl. deſſen S. 618. Artikel: **Uranus**).

Abriß der Gauß'ſchen Methode:

Aus drei geocentriſchen Beobachtungen eines Planeten die Bahn deſſelben zu berechnen.

1.

Alle planetariſchen Bewegungen gehen nach vier Hauptgeſetzen vor ſich, welche gleichſam die Grundlage aller nachfolgenden Unterſuchungen bilden, nämlich:

I. Jeder Planet bewegt ſich fortwährend in einer und derſelben, durch den Mittelpunct der Sonne gehenden Ebene.*

II. Die bei dieſer Bewegung beſchriebene krumme Linie iſt eine Ellipſe, in deren einem Brennpuncte ſich die Sonne befindet.

III. Die Flächenräume, welche die aus der Sonne nach dem Planeten gezogene Linie während der Bewegung des Letztern durchläuft, verhalten ſich wie die zu dieſer Durchlaufung gebrauchten Zeit-Abſchnitte.

IV. Bei mehreren, ſich um die Sonne bewegenden Planeten verhalten ſich die Würfel der mittlern Entfernungen wie die Quadrate der Umlaufszeiten, multiplicirt mit der Maſſen-Summe der Sonne und des entſprechenden Planeten.

Nennt man daher $\frac{1}{2}g$ die Fläche, welche ein Planet während der Zeit t beſchreibt, ſo iſt nach III. für dieſen Planeten $\frac{\frac{1}{2}g}{t}$ eine konſtante Größe, die ich $= n$ ſetze, ſo daß, wenn a und p die halbe große Are und den halben Parameter, alſo $\pi a \sqrt{ap}$ (wo π das Verhältniß des Kreisumfanges zum Durchmeſſer iſt) die ganze Fläche der beſchriebenen Ellipſe, ferner u die Umlaufszeit des in Rede ſtehenden Planeten bedeuten, auch $\frac{\pi a \sqrt{ap}}{u} = n$ iſt. Für einen zweiten Planeten ſeyen dann die analogen Größen reſp. A, P, U, N, ſo hat man wiederum $\frac{\pi A \sqrt{AP}}{U} = N$, mithin $n : N = \frac{a\sqrt{ap}}{u} : \frac{A\sqrt{AP}}{U}$ oder $n^2 : N^2 = \frac{a^3 p}{u^2}$

* Von den Störungen, welche die Planeten auf einander ausüben, wird hier und im Folgenden gänzlich abgeſehen.

$: \frac{A^3 P}{U^2}$, und da ſich, wenn die Sonnenmaſſe = 1, die Maſſen der beiden Planeten reſp. m, m' geſetzt werden, nach IV. $a^3 : A^3 = (1 + m)\, u^2 : (1 + m')\, U^2$ verhält, ſo verhält ſich auch $n^2 : N^2 = (1 + m)\, p : (1 + m')\, P$, oder es iſt $\frac{n}{\sqrt{p}\sqrt{(1+m)}} = \frac{\pi a \sqrt{a}}{u\sqrt{(1+m)}}$, alſo auch $\frac{2\pi a \sqrt{a}}{u\sqrt{(1+m)}}$ für alle Planeten unſeres Sonnenſyſtems eine conſtante Größe, welche man gewöhnlich die Gauß'ſche Conſtante nennt und kurz mit k bezeichnet. Der binnen der Zeit t beſchriebene Raum $\frac{1}{2}g$ iſt offenbar gleich $\frac{1}{2} k t \sqrt{p} \sqrt{(1+m)}$. Die Größe k ſelbſt aber kann man, da es gleich iſt, welchen Planeten man anwendet, aus der Bewegung der Erde herleiten. Wird nämlich die mittlere Entfernung (a) derſelben von der Sonne = 1, das ſideriſche Jahr (u) = 365,2564 (den mittleren Sonnentag als Zeit-Einheit angenommen), und die Maſſe der Erde (m) = $\frac{1}{354710}$ = 0,00000282 geſetzt, ſo ergibt ſich k = 0,0172021.

2.

Es ſey Fig. 1 der Taf. XXVIII die Ellipſe ABA'B' die Bahn eines Planeten, AA' = 2a die große, BB' = 2b die kleine Axe, demnach C der Mittelpunct, ferner S der obere (von der Sonne eingenommene), S' der untere Brennpunct, P irgend ein Punct im Umfange, der Radius vector SP = r, S'P = r', die wahre Anomalie ASP = v, die Excentricität CS = CS' = ae: ſo iſt im Dreiecke SS'P nach einem bekannten Satze:

$$r'^2 = r^2 + 4\,a^2 e^2 - 4\,a e r \operatorname{Cos} PSS',$$

oder, da aus den Eigenſchaften der Ellipſe r' = 2 a − r folgt, und überdieß W. PSS' = 180° − v und Cos (180° − v) = − Cos v iſt:

$$(2a - r)^2 = r^2 + 4\,a^2 e^2 + 4\,a e r \operatorname{Cos} v, \text{ oder}$$

$$a - r = a e^2 + e r \operatorname{Cos} v, \text{ oder}$$

$$e r \operatorname{Cos} v = a\,(1 - e^2) - r,$$

welche Gleichung, da $a\,(1 - e^2)$ = dem halben Parameter = p iſt, in die Polargleichung der Ellipſe

$$r = p - e r \operatorname{Cos} v \text{ übergeht.}$$

3.

Wenn der Winkel, den der Radius vector r mit einer in der Ebene der Bahn gezogenen Geraden bildet (alſo ſeine Länge, wenn jene Gerade die Linie der Nachtgleichen) = N, und der Winkel der Apſidenlinie mit derſelben Geraden (d. h. im eben genannten Falle die Länge des Periheliums) = Π iſt, ſo wird offenbar v = N − Π, und die Polargleichung der Ellipſe

$$r = p - e r \operatorname{Cos} (N - \Pi).$$

Aus dieſer Gleichung ergibt ſich augenſcheinlich, daß zur vollkommnen Beſtimmung der Bahn-Ellipſe in ihrer Ebene drei Elemente erforderlich ſind, nämlich die Lage des Periheliums (Π), die Excentricität (e) und der halbe Parameter (p). Sind dieſe Größen gegeben, ſo kann man zu jedem beliebigen N das zugehörige v = N − Π, und den entſprechenden Radius vector r, alſo einen Punct im Umfange der Bahn finden, mithin auch Letztere ſelbſt vollſtändig conſtruiren. Sollen jene Größen aber berechnet werden, ſo ſind hiezu offenbar drei von einander unabhängige Gleichungen erforderlich. Nun liefert jeder, der Größe (r) und Lage (N) bekannte Radius vector Eine ſolche Gleichung (nämlich r = p − er Cos (N − Π)), weßhalb drei, der Größe und Lage nach gegebene Radien vectoren die ganze Bahn in ihrer Ebene vollkommen beſtimmen. *

* Seyen nämlich die drei Radien vectoren r, r', r'', und deren Längen N, N', N'' gegeben, ſo hat man, mit Beibehaltung der obigen Zeichen:

$$\frac{p}{r} = 1 + e \operatorname{Cos} (N - \Pi),$$

Wären jedoch nur zwei ſolcher Radien vectoren gegeben, ſo erhielte man nur zwei Gleichungen, und könnte demnach auch nur zwei der drei geſuchten Elemente berechnen, und es muß daher, um auch in dieſem Falle die ganze Bahn zu finden, entweder das dritte Element ſelbſt, oder doch wenigſtens eine ſolche Größe gegeben ſeyn, aus welcher es durch eine dritte Gleichung berechnet werden kann.

4.

Kennt man demzufolge die Größe und Lage zweier Radien vectoren und noch Eins der drei Elemente Π, e, p, ſo ergibt ſich hieraus die vollſtändige Bahn. Nun ſeyen r und r' dieſe beiden Radien vectoren, v und v' die entſprechenden wahren, E und E' aber die excentriſchen Anomalien, welche Größen, vorausgeſetztermaßen, ſämmtlich bekannt ſind. Die von der Apſidenlinie und den Radien vectoren r und r' begrenzten elliptiſchen Sectoren ſind reſp.

$$\frac{p^2}{2(1-e^2)^{3/2}} (E - e \operatorname{Sin} E)\,^*, \quad \frac{p^2}{2(1-e^2)^{3/2}} (E' - e \operatorname{Sin} E'),$$

mithin deren Differenz, oder der von den beiden Radien vectoren begrenzte Raum

$$\frac{p}{r'} = 1 + e \operatorname{Cos} (N' - \Pi),$$

$$\frac{p}{r''} = 1 + e \operatorname{Cos} (N'' - \Pi).$$

Multiplicirt man dieſe drei Gleichungen reſp. mit $\operatorname{Sin} (N'' - N')$, $- \operatorname{Sin} (N'' - N)$, $\operatorname{Sin} (N' - N)$, und addirt die Producte, ſo folgt, da offenbar

$$\operatorname{Cos} (N - \Pi) \operatorname{Sin} (N'' - N') - \operatorname{Cos} (N' - \Pi) \operatorname{Sin} (N'' - N) + \operatorname{Cos} (N'' - \Pi) \operatorname{Sin} (N' - N) = 0$$

iſt,

$$p = \frac{\operatorname{Sin} (N'' - N') - \operatorname{Sin} (N'' - N) + \operatorname{Sin} (N' - N)}{\frac{1}{r} \operatorname{Sin} (N'' - N') - \frac{1}{r'} \operatorname{Sin} (N'' - N) + \frac{1}{r''} \operatorname{Sin} (N' - N)}.$$

Der Zähler dieſes Ausdrucks wird

$$= 2 \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2} (N'' - N') \operatorname{Cos} \tfrac{1}{2} (N'' - N') - 2 \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2} (N'' - N') \operatorname{Cos} (\tfrac{1}{2} N'' + \tfrac{1}{2} N' - N) = 4 \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2} (N'' - N') \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2} (N'' - N) \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2} (N' - N).$$

Setzt man ferner $r' r'' \operatorname{Sin} (N'' - N') = n$, $r r'' \operatorname{Sin} (N'' - N) = n'$, $r r' \operatorname{Sin} (N' - N) = n''$, ſo ſind offenbar $\tfrac{1}{2} n$, $\tfrac{1}{2} n'$, $\tfrac{1}{2} n''$ die Flächen der Dreiecke zwiſchen dem zweiten und dritten, dem erſten und dritten, dem erſten und zweiten Radius vector. Hieraus ergibt ſich, daß in der reſultirenden Formel

$$p = \frac{4 \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2} (N'' - N') \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2} (N'' - N) \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2} (N' - N)\, r\, r'\, r''}{n - n' + n''}$$

der Nenner das Doppelte der Fläche des Dreiecks darſtellt, welches zwiſchen den Endpuncten der drei Radien vectoren, d. h. zwiſchen den drei Orten des Planeten im Raume, enthalten iſt.

Man ſieht übrigens, daß hier (was auch beim folgenden der Fall iſt) nicht eigentlich die abſoluten Werthe von N, N', N'', ſondern vielmehr nur deren Differenzen N' − N, N'' − N, N'' − N', oder die von je zwei Radien vectoren gebildeten Winkel gegeben ſeyn müſſen.

Iſt aber der halbe Parameter p gefunden, ſo werden e und $N - \Pi$ aus den beiden erſten der obigen drei Gleichungen beſtimmt.

* Bezeichnet man nämlich die dem Radius vector r entſprechende mittlere Anomalie mit M, den dazu gehörigen elliptiſchen Sector mit S, ſo verhält ſich offenbar, da die ganze Fläche der Ellipſe $= \pi a \sqrt{ap}$, $M : 2\pi = S : \pi a \sqrt{ap}$. Hieraus ergibt ſich $S = \frac{M a \sqrt{ap}}{2} = \left(\text{weil } a = \frac{p}{1-e^2}\right) \frac{M p^2}{2(1-e^2)^{3/2}}$, oder wenn

$= \frac{p^2}{2(1-e)^{3/2}}$ (E′ — e Sin E′ — E + e Sin E); ebenfalls eine bekannte Größe, die ich $\frac{1}{2}g$ nenne. Nach §. 1 aber iſt dieſer Raum, wenn man die Zeit, während welcher der Planet denſelben durchläuft, oder vom Radius vector r zu r′ gelangt, t nennt, $= \frac{1}{2} k t \sqrt{p} \sqrt{(1 + m)}$, oder wenn man die Maſſe m des Planeten vernachläßigt (was im Folgenden immer angenommen werden ſoll) $= \frac{1}{2} k t \sqrt{p}$. Wird nun dieſer Ausdruck dem vorher gefundenen $\frac{1}{2}g$ gleich geſetzt, ſo ergibt ſich $t = \frac{g}{k \sqrt{p}}$.

Aus zwei, der Größe und Lage nach bekannten Radien vectoren und einem Elemente läßt ſich demnach die Zeit berechnen, binnen welcher der Planet den zwiſchen den Radien vectoren enthaltenen Theil ſeiner Bahn durchläuft. Man muß daher auch umgekehrt aus jenen beiden Radien und dem gegebenen Zeit-Intervalle alle übrigen Elemente herleiten können. Aber es gehört dieſe Aufgabe zu den ſchwierigſten in der Planetentheorie, indem die Gleichung, in welcher die Zeit durch die Elemente ausgedrückt erſcheint, eine transcendente, und überdieß äußerſt verwickelt wird. Man iſt daher genöthigt, ſich der indirecten Methode zu bedienen, von welcher, als einem Haupttheile der ganzen Bahnbeſtimmung, die folgenden §§. einen Begriff geben werden.

5.

Aus §. 4 iſt erſichtlich, daß, wenn der genäherte Werth Einer der drei Größen p. e, Π bekannt wäre, auch die beiden übrigen daraus beſtimmt werden könnten, und hernach durch die ſo eben auseinandergeſetzte Methode die der Bewegung vom erſten zum zweiten Orte entſprechende Zeit. Stimmt die ſolchergeſtalt gefundene mit der gegebenen Zeit überein, ſo iſt auch jener, der Rechnung zu Grunde gelegte Werth des Elements der richtige, und dieſes Letztere alſo, nebſt den übrigen daraus abgeleiteten, und ſomit Alles, zur Beſtimmung des Planetenortes in der Bahn Erforderliche bereits gefunden; wo nicht, ſo lehrt die, mit einem andern, von dem erſten wenig verſchiedenen Werthe wiederholte Rechnung, welche Aenderung im Werthe der Zeit, der kleinen Aenderung im Werthe des Elements entſpricht, woraus dann durch eine einfache Regel de tri ein verbeſſerter Werth berechnet wird.* Wenn man nun mit Letzterm die Rechnung von Neuem wiederholt, ſo wird die berechnete Zeit entweder mit der gegebenen genau übereinſtimmen, oder doch ſehr wenig von derſelben differiren, dergeſtalt, daß durch neuerdings angebrachte Correctionen eine ſo genaue Uebereinſtimmung erlangt werden kann, als die logarithmiſchen und trigonometriſchen Tafeln nur immer zulaſſen.

6.

Die ganze Aufgabe iſt mithin darauf zurückgeführt, für eine noch völlig unbekannte Bahn einen wenigſtens genäherten Werth einer der drei Elemente p, e, Π zu finden. Nun lehrt die höhere Analyſis, aus den gegebenen Größen r, r′, t unmittelbar einen ſo genäherten Werth von p zu berechnen, daß, wenn N′ — N

man berückſichtigt, daß (vergl. „Gleichung der Bahn,“ S. 629, Bd. 1) M = E — e Sin E (l. c. ſteht +, weil dort M vom Aphelium, ſtatt wie hier, vom Perihelium an gezählt wird) iſt, auch wie oben $S = \frac{p^2}{2(1-e^2)^{3/2}}$ (E — e Sin E).

* Es ſey der erſte genäherte Werth eines Elements = P, die damit berechnete Zeit = T; ferner der zweite genäherte Werth deſſelben Elements = P′, die hiemit gefundene Zeit = T′, endlich die gegebene Zeit = t. Dann entſpricht der Aenderung P′ — P des Elements die Aenderung T′ — T der Zeit, und man findet die an P′ anzubringende Correction x durch die Proportion T′ — T : t — T′ = P′ — P : x.

(die heliocentriſche Bewegung des Planeten während der Zeit t) nicht zu groß ausfällt, gar keine weitere Correction des Elements erforderlich, und die ganze Bahn daher ſchon durch die erſte Rechnung mit aller Genauigkeit beſtimmt werden kann.* Da man aber die Berechnung einer noch gänzlich unbekannten Bahn gern ſo bald als möglich unternimmt, ſo wird wohl in den meiſten Fällen $N' - N$ nur einen ſehr mäßigen Werth erhalten, oder der Zeit zwiſchen den Beobachtungen keine zu große heliocentriſche Bewegung entſprechen; ſo daß daher dieſe Bedingung durchaus nicht als eine Beſchränkung der Anwendung der angedeuteten Methode betrachtet werden, und man die Aufgabe: „Aus zwei, der Größe und Lage nach gegebenen Radien vectoren r, r′, und der Zeit t, die der Planet zur Durchlaufung des zwiſchen ihnen enthaltenen Bahnbogens gebraucht, die ganze Bahn in ihrer Ebene zu beſtimmen,“ als gelöſt anſehen kann.

7.

Zur *vollſtändigen* Berechnung der Bewegung eines Planeten werden *ſieben* Elemente erfordert, von denen die in §. 3 betrachteten drei (*halber Parameter*, *Excentricität* und *Länge des Perihels*) die Bahn in ihrer Ebene, die *Neigung der Bahn* und *Länge des aufſteigenden Knotens*, die Lage dieſer Ebene in Bezug auf die Ekliptik, endlich die *Epoche* und *mittlere Bewegung* den Ort des Planeten in der Bahn ſelbſt beſtimmen. Da jedoch nach §. 4 die Maſſe des Himmelskörpers hier vernachläßigt wird (welche Bedingung bei der Beſtimmung einer noch gänzlich unbekannten Bahn als unerläßlich erſcheint), ſo folgt nach §. 1, IV aus der mittlern Entfernung (die man mittelſt der Excentricität und dem halben Parameter leicht findet) die Umlaufszeit, alſo auch die mittlere Bewegung; demzufolge ſich die Anzahl der unbekannten Elemente auf *ſechs* reducirt, und zur Beſtimmung einer Planetenbahn offenbar ſechs, von den Elementen abhängige, von einander ſelbſt aber unabhängige Größen erforderlich ſind. Dieſe Größen aber können nichts anders, als von der Erde aus beobachtete Orte des Planeten ſeyn, und da jede Beobachtung des Letztern zwei ſolche Größen, nämlich eine gerade Aufſteigung und eine Abweichung (oder auch eine Länge und eine Breite) liefert, ſo ſind *drei geocentriſche Orte* zur Auflöſung des Problems der Beſtimmung der ſechs unbekannten Elemente nothwendig und hinreichend.

Bevor aber die Berechnung der Bahn aus den drei geocentriſchen Beobachtungen unternommen wird, müßten dieſe Letztern eigentlich von den Einflüßen der

* Denjenigen Leſern, welche der *Integral-Rechnung* kundig ſind, wird folgende, die im Texte nur angedeutete Methode näher erläuternde Auseinanderſetzung nicht unwillkommen ſeyn.

Bezeichnet man den veränderlichen, der wahren Anomalie $v - \Pi$ entſprechenden Radius vector mit ϱ, ſo wird die vom Planeten während der Zeit t beſchriebene Fläche $= \frac{1}{2}\int \varrho^2 dv$ ſeyn, dieſes Integral von $v = N$ bis $v = N'$ genommen, und iſt daher nach §. 1 $kt\sqrt{p} = \int \varrho^2 dv$. Nun erhält man nach den bekannten Cotes'ſchen Formeln, wenn $\varphi(x)$ irgend eine Function von x ausdrückt, den mehr und mehr genäherten Werth des Integrals $\int \varphi(x)\,dx$, von $x = u$ bis $x = u + \Delta$ genommen, durch die Formeln

$$\tfrac{1}{2}\Delta\,(\varphi[u] + \varphi[u + \Delta]),$$

$$\tfrac{1}{6}\Delta\,(\varphi[u] + 4\varphi[u + \tfrac{1}{2}\Delta] + \varphi[u + \Delta]),\ \text{u. ſ. w.}$$

Um dieß auf den hier in Rede ſtehenden Fall anzuwenden, ſetze man $N' - N = \Delta$, ſo iſt offenbar nach der erſten Näherungs-Formel $\int \varrho^2 dv = \frac{1}{2}\Delta\,(r^2 + r'^2)$, welches, $= kt\sqrt{p}$ geſetzt, $\sqrt{p} = \frac{\Delta\,(r^2 + r'^2)}{2\,kt}$ als *erſten* Näherungs-Werth gibt. Der *zweite* Näherungswerth von $\sqrt{p}$ iſt der oben im Text erwähnte, und man erhält denſelben mittelſt der *zweiten* Näherungsformel, welche Entwicklung jedoch dem Leſer überlaſſen bleiben muß.

Nutation, Präceſſion, Parallaxe und Aberration befreit werden. Es mag jedoch bei einer erſten Näherung erlaubt ſeyn, von dieſen Einflüſſen abzuſehen.

Die den Beobachtungszeiten entſprechenden heliocentriſchen Längen der Erde ergeben ſich aus den Sonnentafeln, indem man die aus Letztern berechneten Sonnenlängen um 180° vermehrt oder vermindert, je nachdem ſie kleiner oder größer, als 180° gefunden werden.

8.

Obgleich es nun gar nicht ſchwer hält, aus den ſolchergeſtalt gegebenen, in Verbindung mit den unbekannten Größen die zur Berechnung der Letztern erforderlichen ſechs Gleichungen aufzuſtellen, ſo iſt dennoch dieſer Weg zur Auflöſung unſeres Problems im Praktiſchen durchaus nicht anwendbar. Denn die Gleichungen würden ſo verwickelt ausfallen, daß ihre Auflöſung die Geduld des unermüdlichſten Rechners zu Schanden machte, und man käme durch die nothwendige Elimination von fünf Unbekannten auf eine, nur Eine dieſer Unbekannten enthaltende Endgleichung, deren allgemeine Auflöſung nach dem heutigen Stande der Analyſis für unmöglich gehalten werden muß,* weßhalb unſere Aufgabe durch bloß directe Operationen nicht gelöst werden kann.

Dieſe Aufgabe kann indeſſen immer auf die Auflöſung zweier Gleichungen $X = 0$, $Y = 0$, in welchen nur zwei unbekannte Größen x, y verbleiben, zurückgeführt werden. Es iſt durchaus nicht nothwendig, daß die Unbekannten zwei Elemente ſelbſt vorſtellen, ſondern hinreichend, daß, wenn dieſelben bekannt ſind, ſich die Elemente bequem aus ihnen berechnen laſſen. Eben ſo wenig brauchen x und y ſelbſt in X und Y vorzukommen, es genügt, wenn ſie mit Letztern durch ein Syſtem von Gleichungen dergeſtalt verbunden ſind, daß man aus den gegebenen Werthen der x, y zu den entſprechenden der X, Y gelangen kann.

9.

Den Gleichungen $X = 0$, $Y = 0$ wird, ſobald man für x und y deren wahre Werthe ſetzt, vollſtändig Genüge geleiſtet. Subſtituirt man hingegen für die gedachten Größen andere, von den wahren mehr oder weniger abweichende Werthe, ſo werden auch X und Y von 0 zwar verſchieden, jedoch offenbar um ſo kleiner ausfallen, je näher die ſubſtituirten Werthe den wahren kommen, ſo daß man bei hinreichender Näherung der erſtern die Aenderungen von X, Y der Aenderung von x bei conſtantem y, und der Aenderung von y bei conſtantem x proportional ſetzen darf. Seyen in dieſem Falle ξ, η reſp. die wahren Werthe von x, y, ſo müſſen offenbar die der Annahme von $x = \xi + \lambda$, $y = \eta + \mu$ entſprechenden X, Y durch die Form $X = \alpha\lambda + \beta\mu$, $Y = \gamma\lambda + \delta\mu$ ausgedrückt werden, wo die Coefficienten α, β, γ, δ conſtant, und λ, μ ſehr klein ſind. Hat man auf dieſe Art die, drei Syſtemen von genäherten (den wahren ſehr nahe kommenden) Werthen der x, y entſprechenden X, Y berechnet, ſo kann man auf folgende Weiſe die wahren Werthe der Unbekannten daraus ableiten:

für $x = a$, $y = b$ werde $X = A$, $Y = B$,
$x = a'$, $y = b'$ $\quad X = A'$, $Y = B'$,
$x = a''$, $y = b''$ $\quad X = A''$, $Y = B''$,

ſo iſt im erſten Syſteme $a = \xi + \lambda$, $b = \eta + \mu$, mithin $\lambda = a - \xi$, $\mu = b - \eta$, und man erhält

$$A = \alpha\lambda + \beta\mu = \alpha(a - \xi) + \beta(b - \eta),$$
$$B = \lambda\gamma + \delta\mu = \gamma(a - \xi) + \delta(b - \eta).$$

Genau eben ſo iſt im zweiten und dritten Syſteme

$$A' = \alpha(a' - \xi) + \beta(b' - \eta),\ B' = \gamma(a' - \xi) + \delta(b' - \eta),$$
$$A'' = \alpha(a'' - \xi) + \beta(b'' - \eta),\ B'' = \gamma(a'' - \xi) + \delta(b'' - \eta).$$

* Dieſe Endgleichung würde ſelbſt unter beſonders günſtigen Umſtänden bis zum ſiebenten oder achten Grade ſteigen.

Werden nun aus dieſen ſechs Gleichungen die vier Unbekannten α, β, γ, δ eliminirt, ſo ergeben ſich, mittelſt der beiden Endgleichungen, die geſuchten wahren Werthe der x, y, nämlich ξ, η, durch die bekannten Größen a, a′ a″, A, A′, A″, b, b′, b″, B, B′, B″ ausgedrückt.

10.

Iſt man daher im Beſitze genäherter Werthe der Unbekannten, ſo können die wahren durch die eben auseinandergeſetzte Methode mit aller gewünſchten Genauigkeit daraus hergeleitet werden. Man berechnet nämlich zuerſt die, dieſen genäherten Werthen (a, b) entſprechenden X, Y; wenn dieſe Größen nicht von ſelbſt verſchwinden, ſo wird die Rechnung mit andern, von jenen wenig verſchiedenen Werthen (a′, b′), und hierauf nöthigenfalls mit einem dritten Syſteme (a″, b″) wiederholt. Dann aber berechnet man nach den Formeln des vorhergehenden §. die wahren Werthe, wenn nämlich die Vorausſetzung, auf welcher jene Formeln beruhen, richtig war, welches man am beſten daran erkennt, daß die dergeſtalt berechneten Werthe den Gleichungen $X = 0$, $Y = 0$ Genüge leiſten. Iſt Letzteres noch nicht vollkommen der Fall, ſo werden ſich doch wenigſtens weit kleinere Werthe von X, Y, als aus den drei vorhergehenden Hypotheſen ergeben, und die Unbekannten demnach ſchon weit mehr genähert ſeyn. Es iſt leicht einzuſehen, daß man, auf dieſe Art fortfahrend, jede beliebige Näherung erzielen, und endlich den Gleichungen $X = 0$, $Y = 0$ in aller Strenge genügen kann.

11.

Es handelt ſich demnach, Behufs der vollſtändigen Löſung unſerer Aufgabe, darum, zu unterſuchen,

1) welche Größen, als die Unbekannten x, y, anzunehmen ſind;
2) auf welche Weiſe man die genäherten Werthe dieſer Größen erhalte;
3) welchen Gleichungen $X = 0$, $Y = 0$ dieſelben Genüge leiſten müſſen, und
4) wie aus dieſen Größen die Elemente der Bahn ſelbſt hergeleitet werden.

Man bezeichne die den drei beobachteten Orten entſprechenden Radien vectoren mit r, r′, r″; die heliocentriſche Winkelbewegung in der Bahn vom zweiten zum dritten, vom erſten zum dritten, vom erſten zum zweiten Orte reſp. mit 2 f, 2 f′, 2 f″, ſo daß $f' = f + f''$;* es ſeyen ferner $r' r'' \operatorname{Sin} 2f = n$, $r r'' \operatorname{Sin} 2f' = n'$, $r r' \operatorname{Sin} 2f'' = n''$; endlich die Producte der conſtanten Größe k (§ 1.) mit den Zeit-Intervallen zwiſchen der zweiten und dritten, der erſten und dritten, der erſten und zweiten Beobachtung reſp. o, o′, o″, demnach $o' = o + o''$. Der zwiſchen den Radien vectoren r, r′ und dem elliptiſchen Bogen enthaltene elliptiſche Sector iſt offenbar $= \frac{1}{2} o'' \sqrt{p}$ (§. 1.), die Dreiecksfläche zwiſchen denſelben Radien vectoren aber $= \frac{1}{2} r r' \operatorname{Sin} 2f'' = \frac{1}{2} n''$. Bezeichnet man mithin das Verhältniß jenes Sectors zu dieſem Dreiecke mit η'', ſo iſt A ... $\eta = \frac{o''\sqrt{p}}{n''}$; und genau eben ſo, wenn das Verhältniß des zwiſchen den Radien vectoren r′, r″ enthaltenen elliptiſchen Sectors zum entſprechenden Dreiecke η genannt wird, B ... $\eta = \frac{o\sqrt{p}}{n}$.

Wären daher die drei Radien vectoren r, r′, r″ der Größe und Lage (d. h. der zwiſchen je zwei derſelben enthaltene Winkel, vergl. den Schluß der Anmerk. zu §. 3.) nach bekannt, ſo könnte man aus den beiden erſten r, r′ und dem zugehörigen Zeit-Intervall nach §. 6. den halben Parameter p und $\sqrt{p}$, und hieraus η'' finden. Man könnte aber auch $\sqrt{p}$ aus r′, r″ und dem entſprechenden Zeit-Intervall, und dann η berechnen.

* Es bedeuten hier 2 f, 2 f′, 2 f″ offenbar dieſelben Winkel, welche in der Anmerk. zum §. 3. mit $N'' - N'$, $N'' - N$, $N' - N$ bezeichnet worden, daher auch n, n′, n″ hier dieſelben Größen, als am citirten Orte vorſtellen.

Sind nun die, dieſen Rechnungen zu Grunde liegenden Größen und Lagen der drei Radien vectoren in aller Strenge richtig, ſo muß offenbar der halbe Parameter in den beiden Gleichungen A und B denſelben Werth haben, und eben ſo der in der Anmerkung zu § 3. berechnete, d. h. in den hier eingeführten Zeichen

$$C \ldots p = \frac{4\, r\, r'\, r''\, \mathrm{Sin}\, f \,.\, \mathrm{Sin}\, f' \,.\, \mathrm{Sin}\, f''}{n - n' + n''}.$$

Eliminirt man demnach $\sqrt{p}$ aus den Gleichungen A und B, ſo folgt

$$\frac{o''\, \eta\, n}{o\, \eta''\, n''} = 1 \text{ oder } \log \frac{o''\, \eta\, n}{o\, \eta''\, n''} = 0.$$

Multiplicirt man ferner die beiden Gleichungen A und B mit einander, und ſubſtituirt den reſultirenden Werth von p, nämlich $p = \frac{\eta''\, n''\, \eta\, n}{o''\, o}$ in die Gleichung C, ſo ergibt ſich

$$n - n' + n'' = \frac{4\, o\, o''\, r\, r'\, r''\, \mathrm{Sin}\, f \,.\, \mathrm{Sin}\, f' \,.\, \mathrm{Sin}\, f''}{\eta\, \eta''\, n\, n''},$$

oder, da $n = r'\, r''\, \mathrm{Sin}\, 2\, f = 2\, r'\, r''\, \mathrm{Sin}\, f \,.\, \mathrm{Cos}\, f$, $n'' = r\, r'\, \mathrm{Sin}\, 2\, f'' = 2\, r\, r'\, \mathrm{Sin}\, f'' \,.\, \mathrm{Cos}\, f''$ iſt, durch Subſtitution dieſer Werthe, wenn man überdieß Zähler und Nenner mit $n' = r\, r''\, \mathrm{Sin}\, 2\, f' = 2\, r\, r''\, \mathrm{Sin}\, f' \,.\, \mathrm{Cos}\, f'$ multiplicirt, und dann abkürzt:

$$n - n' + n'' = \frac{n'\, o\, o''}{2\, \eta\, \eta''\, r\, r'\, r''\, \mathrm{Cos}\, f \,.\, \mathrm{Cos}\, f' \,.\, \mathrm{Cos}\, f''}$$

$$\text{oder } n - n' + n'' - \frac{n'\, o\, o''}{2\, \eta\, \eta''\, r\, r'\, r''\, \mathrm{Cos}\, f \,.\, \mathrm{Cos}\, f' \,.\, \mathrm{Cos}\, f''} = 0.$$

Setzt man alſo

$$X = \log \frac{o''\, \eta\, n}{o\, \eta''\, n''}$$

$$Y = n - n' + n'' - \frac{n'\, o\, o''}{2\, \eta\, \eta''\, r\, r'\, r''\, \mathrm{Cos}\, f \,.\, \mathrm{Cos}\, f' \,.\, \mathrm{Cos}\, f''},$$

ſo iſt, wenn man für die beiden Unbekannten x, y, aus denen die Größe und Lage der drei Radien vectoren hergeleitet worden, von Anfang an die wahren Werthe angenommen hatte, ſowohl $X = 0$, als $Y = 0$.

Auf welche Art jedoch aus zwei unbekannten Größen die drei Radien vectoren berechnet werden können, welches jene Unbekannten ſind, und wie man zu genäherten Werthen derſelben gelangt, lehren die folgenden §§, welche den wichtigſten Theil der ganzen Bahnbeſtimmung enthalten, und daher die ungetheilte Aufmerkſamkeit von Seiten der Leſer in Anſpruch nehmen.

12.

Es ſeyen Fig. 2 der Taf. XXVIII B, B', B'' die drei beobachteten geocentriſchen Orte des Planeten an der Himmelskugel, deren Längen α, α', α'', Breiten β, β', β''; und A, A', A'' die entſprechenden heliocentriſchen Orte der Erde (welche Letztere offenbar in einem und demſelben größten Kreiſe, der Ekliptik, liegen), deren Längen l, l', l''. Man ziehe die größten Kreisbogen AB, A'B', A''B'', nenne deren Winkel mit der Ekliptik A A' A'' reſp. γ, γ', γ'' und die Abſtände AB, A'B', A''B'' ſelbſt reſp. δ, δ', δ'', ſo können ſowohl jene Winkel, als dieſe Abſtände aus den beobachteten Längen und Breiten des Planeten, und den berechneten Längen der Erde hergeleitet werden.*

* Denn wenn man z. B. von B aus einen Breiten-Kreis-Bogen auf die Ekliptik fällt, ſo entſteht ein ſphäriſches rechtwinkliges Dreieck, deſſen Hypothenuſe $A\,B = \delta$, die eine Kathete (eben jener Breiten-Kreis-Bogen) $= \beta$, die andere Kathete = dem Längen-Unterſchiede von Planet und Erde $= \alpha - l$, endlich der β gegenüber liegende Winkel $= \gamma$ iſt, und es ergibt ſich ſogleich

Nun verlängere man die gedachten drei größten Kreisbogen, bis ſich je zwei derſelben oberhalb*) (auf der Nordſeite) der Ekliptik durchſchneiden. Sey D der Durchſchnittspunct des zweiten und dritten, D′ des erſten und dritten, D″ des erſten und zweiten Kreiſes, ſo kann man auch die drei Winkel bei D, D′, D″ und die Bogen A′D, A″D, AD′, A″D′, A′D″, AD″ berechnen.**)

Endlich verbinde man die beiden äußerſten geocentriſchen Orte des Planeten B und B″ durch einen größten Kreis, welcher den Bogen A′B′ in B* ſchneide, ſetze $A'B^* = \delta' - \sigma$ (d. h. $B^*B' = \delta - \sigma$ (d. h. $B^*B' = \sigma$), die Länge des Punctes $B^* = \alpha^*$, ſeine Breite $= \beta^*$, ſo kann aus den bis hieher berechneten und den gegebenen Größen auch α^* und β^*, und der Bogen $B^*B' = \sigma$ beſtimmt werden***).

13.

Nach dem Vorhergehenden kennt man demnach die Lage der Puncte B, B′, B″, B*, D, D′, D″ an der ſcheinbaren Himmelskugel. Seyen nun C, C′, C″ die drei heliocentriſchen Orte des Planeten an Letzterer, ſo iſt die Lage dieſer Puncte ſelbſt zwar noch unbekannt, jedoch leicht zu ſehen, daß ſich C auf dem Bogen AB zwiſchen A und B, C′ auf dem Bogen A′B′ zwiſchen A′ und B′, endlich C″ auf dem Bogen A″B″ zwiſchen A″ und B″ befindet, und daß überdieß die drei Puncte C, C′, C″ in einem und demſelben größten Kreiſe liegen müſſen †). Haben ferner r, r′, r″, 2 f, 2 f′, 2 f″, n, n′, n″ dieſelbe Bedeutung, wie im §. 11, und ſeyen reſp. R, R′, R″ die Entfernungen der Erde von der Sonne zur Zeit der drei Beobachtungen, ſo iſt offenbar $C'C'' = 2f$, $CC'' = 2f'$, $CC' = 2f''$, $AC + CB = \delta$, $A'C' + C'B' = \delta'$, $A''C'' + C''B'' = \delta''$; und aus der Betrachtung des jedesmaligen ebenen Dreiecks zwiſchen Sonne, Planet und Erde folgt leicht ††)

$$\operatorname{tang}\gamma = \frac{\operatorname{tang}\beta}{\operatorname{Sin}(\alpha - l)},\quad \operatorname{tang}\delta = \frac{\operatorname{tang}(\alpha - l)}{\operatorname{Cos}\gamma}.$$

Auf ganz analoge Weiſe werden γ', δ'; γ'', δ'' gefunden.

*) Oder auch unterhalb (auf der Südſeite), je nachdem die Breite der drei Orte B, B′, B″ nördlich oder ſüdlich iſt.

**) Denn da z. B. in dem ſphäriſchen Dreiecke A′ D A″ eine Seite $A'A'' = l'' - l'$, der Winkel bei $A' = \gamma'$, und der Winkel bei $A'' = 180^0 - \gamma''$ bekannt iſt, ſo können die beiden andern Seiten A′D, A″D und der Winkel bei D berechnet werden, und genau ebenſo AD′, A″D′, W. D′; AD″, A′D″, W. D″ durch Auflöſung der ſphäriſchen Dreiecke AD′A″ nnd AD″A′.

***) Da nämlich B, B*, B″ in einem und demſelben größten Kreiſe liegen, ſo iſt bekanntlich

$$\operatorname{tang}\beta \operatorname{Sin}(\alpha'' - \alpha^*) - \operatorname{tang}\beta^* \operatorname{Sin}(\alpha'' - \alpha) + \operatorname{tang}\beta'' \operatorname{Sin}(\alpha^* - \alpha) = 0.$$

Ferner findet man nach Anleitung der erſten Anmerkung dieſes §.

$$\operatorname{tang}\beta^* = \operatorname{tang}\gamma' \operatorname{Sin}(\alpha^* - l') \text{ und}$$
$$\operatorname{tang}(\alpha^* - l') = \operatorname{Cos}\gamma' \operatorname{tang}(\delta' - \sigma).$$

Aus dieſen drei Gleichungen laſſen ſich aber α^*, β^*, ſo wie der Bogen σ berechnen.

†) Die von der Sonne zur Erde, von der Erde zum Planeten, und von der Sonne zum Planeten gezogenen Geraden liegen offenbar in Einer Ebene (nämlich in der Ebene des von Sonne, Erde und Planet gebildeten Dreiecks), welche die Himmels-Sphäre in einem größten Kreiſe ſchneidet, und in dieſem Kreiſe liegen demnach auch die Projectionen jener Geraden (die Puncte, in denen ſie die Himmelskugel treffen), welche z. B. bezüglich der erſten Beobachtung reſp. A, B und C ſind. Daß dabei C zwiſchen A und B fallen muß, erhellt bei einigem Nachdenken von ſelbſt. Die Ebene der Planetenbahn aber ſchneidet die Sphäre gleichfalls in einem größten Kreiſe, welcher mithin durch die Puncte C, C′, C″ (als heliocentriſche Projectionen der drei Planetenorte) geht.

††) Die Seiten dieſes, z. B. der erſten Beobachtung entſprechenden Dreiecks ſind offen-

$$\frac{\mathrm{Sin}\,\delta}{r}=\frac{\mathrm{Sin}\,CB}{R},\quad \frac{\mathrm{Sin}\,\delta'}{r'}=\frac{\mathrm{Sin}\,C'B'}{R'},\quad \frac{\mathrm{Sin}\,\delta''}{r''}=\frac{\mathrm{Sin}\,C''\,B''}{R''}.$$

14.

Der Kreis C C′ C″ ſchneide den B B* B″ im Puncte N, ſo iſt

$$\mathrm{Sin}\,2\,f\,.\,\mathrm{Sin}\,NC - \mathrm{Sin}\,2\,f'\,.\,\mathrm{Sin}\,N\,C' + \mathrm{Sin}\,2\,f''\,.\,\mathrm{Sin}\,N\,C'' = 0,$$

wie ſich ſogleich ergibt, wenn man $2\,f = C'\,C'' = N\,C'' - N\,C'$, $2\,f' = N\,C'' - N\,C$, $2\,f'' = N\,C' - N\,C$ ſubſtituirt, und dann die Formeln entwickelt. Denkt man ſich nun von C, C′, C″ aus auf den Kreis BB*B″ ſenkrechte Bogen gefällt, und bezeichnet dieſelben reſp. mit $\mathfrak{C}$, $\mathfrak{C}'$, $\mathfrak{C}''$, ſo iſt

$$\mathrm{Sin}\,NC=\frac{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}}{\mathrm{Sin}\,N},\ \mathrm{Sin}\,N\,C'=\frac{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}'}{\mathrm{Sin}\,N},\ \mathrm{Sin}\,N\,C''=\frac{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}''}{\mathrm{Sin}\,N}.$$

Dieſe Werthe in obige Gleichung ſubſtituirt, geben

$$\frac{\mathrm{Sin}\,2\,f\,.\,\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C} - \mathrm{Sin}\,2\,f'\,.\,\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}' + \mathrm{Sin}\,2\,f''\,.\,\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}''}{\mathrm{Sin}\,N} = 0,$$

oder, wenn man mit r r′ r″ Sin N multiplicirt und berückſichtigt, daß (vgl. §. 11) $r'\,r''\,\mathrm{Sin}\,2\,f = n$, $r\,r''\,\mathrm{Sin}\,2\,f' = n'$, $r\,r'\,\mathrm{Sin}\,2\,f'' = n''$ iſt:

$$r\,n\,\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C} - r'\,n'\,\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}' + r''\,n''\,\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}'' = 0, \text{ oder}$$

$$n\,\frac{r\,\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}}{r''\,\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}''} - n'\,\frac{r'\,\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}'}{r''\,\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}''} + n'' = 0\ .\ .\ .\ \mathrm{I}.$$

Ebenſo fälle man in Gedanken von den Puncten D, D′, D″ aus Perpendikel auf B B* B″, und nenne dieſelben reſp. $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{D}'$, $\mathfrak{D}''$; dann iſt wiederum

$$\mathrm{Sin}\,\mathfrak{D}' = \mathrm{Sin}\,B\,.\,\mathrm{Sin}\,B\,D',$$

und da überdieß $\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C} = \mathrm{Sin}\,B\,.\,\mathrm{Sin}\,C\,B$,

ſo folgt durch Elimination von Sin B

$$\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C} = \frac{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{D}'\,.\,\mathrm{Sin}\,C\,B}{\mathrm{Sin}\,B\,D'};$$

und auf analoge Weiſe wird

$$\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C} = \frac{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{D}''\,.\,\mathrm{Sin}\,C\,B}{\mathrm{Sin}\,B\,D''}$$

$$\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}' = \frac{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{D}\,.\,\mathrm{Sin}\,C'\,B^*}{\mathrm{Sin}\,B^*\,D} = \frac{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{D}''\,.\,\mathrm{Sin}\,C'\,B^*}{\mathrm{Sin}\,B^*\,D''}$$

$$\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}'' = \frac{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{D}\,.\,\mathrm{Sin}\,C''\,B''}{\mathrm{Sin}\,B''\,D} = \frac{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{D}'\,.\,\mathrm{Sin}\,C''\,B''}{\mathrm{Sin}\,B''\,D'}$$

gefunden. Aus dieſen Gleichungen ergibt ſich

$$\frac{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}}{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}''} = \frac{\mathrm{Sin}\,C\,B\,.\,\mathrm{Sin}\,B''\,D'}{\mathrm{Sin}\,C''\,B''\,.\,\mathrm{Sin}\,B\,D'} \text{ und}$$

$$\frac{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}'}{\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}''} = \frac{\mathrm{Sin}\,C'\,B\,.\,\mathrm{Sin}\,B''\,D}{\mathrm{Sin}\,C''\,B''\,.\,\mathrm{Sin}\,B^*\,D},\ ^{*)}$$

welche Werthe in die Gleichung I ſubſtituirt, Letztere in

$$n\,.\,\frac{r\,\mathrm{Sin}\,C\,B}{r''\,\mathrm{Sin}\,C''B''}\,.\,\frac{\mathrm{Sin}\,B''\,D'}{\mathrm{Sin}\,B\,D'} - n'\,.\,\frac{r'\,\mathrm{Sin}\,C'\,B^*}{r''\,\mathrm{Sin}\,C''B''}\,.\,\frac{\mathrm{Sin}\,B''\,D}{\mathrm{Sin}\,B^*\,D} + n'' = 0,$$

oder auch, da (vergl. §. 12.)

dar r, R und die Entfernung des Planeten von der Sonne, die Bogenmaße der gegenüberliegenden Winkel aber reſp. 180° − AB, BC, AC, mithin

$$\frac{\mathrm{Sin}\,(180^\circ - A\,B)}{r} = \frac{\mathrm{Sin}\,B\,C}{R} \text{ oder } \frac{\mathrm{Sin}\,\delta}{r} = \frac{\mathrm{Sin}\,C\,B}{R} \text{ u. ſ. w.}$$

*) Wenn man nämlich im erſten Quotienten für $\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}$ den erſten, für $\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}''$ den zweiten, im zweiten Quotienten aber ſowohl für $\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}'$, als für $\mathrm{Sin}\,\mathfrak{C}''$ den erſten der oben gefundenen Werthe annimmt.

$$B'' D' = A'' D' - \delta'', \; B D' = A D' - \delta,$$
$$B'' D = A'' D - \delta'', \; B D = A' D - \delta' + \sigma$$ iſt, in
$$n \cdot \frac{r \operatorname{Sin} C B}{r'' \operatorname{Sin} C'' B''} \cdot \frac{\operatorname{Sin}(A'' D' - \delta)}{\operatorname{Sin}(A D' - \delta)} - n' \cdot \frac{r' \operatorname{Sin} C' B'}{r'' \operatorname{Sin} C'' B''} \cdot \frac{\operatorname{Sin}(A'' D - \delta'')}{\operatorname{Sin}(A' D - \delta' + \sigma)} +$$
$n'' = 0$ umwandeln. Subſtituirt man hierin aus §. 13. die Werthe für r, r', r'' und ſetzt dann abkürzend

$$\frac{R \operatorname{Sin} \delta \, . \operatorname{Sin}(A'' D' - \delta'')}{R'' \operatorname{Sin} \delta'' \, . \operatorname{Sin}(A D' - \delta)} = a$$

$$\frac{R' \operatorname{Sin} \delta' \, . \operatorname{Sin}(A'' D - \delta'')}{R'' \operatorname{Sin} \delta'' \, . \operatorname{Sin}(A' D - \delta' + \sigma)} = b,$$ ſo folgt

$$a n - b n' . \frac{\operatorname{Sin}(C' B' - \sigma)}{\operatorname{Sin} C' B'} + n'' = 0,$$ oder

$$a - b \frac{n'}{n} . \frac{\operatorname{Sin}(C' B' - \sigma)}{\operatorname{Sin} C' B'} + \frac{n''}{n} = 0 \ldots \text{II.}$$

15.

Da in der Gleichung II außer $\frac{n'}{n}$, $\frac{n''}{n}$ und $C' B'$ Alles bekannt iſt, ſo läßt ſich, wenn die beiden Erſten dieſer Unbekannten gegeben ſind, die Dritte berechnen. Zu dieſem Zwecke brauchen aber auch nicht gerade die Quotienten $\frac{n'}{n}$, $\frac{n''}{n}$ ſelbſt, ſondern nur irgend zwei, von denſelben abhängige Größen gegeben zu ſeyn. Man nenne dieſe Größen P und Q, und es ſey $P = \frac{n''}{n'}$, Q aber =

$$2 \left(\frac{n + n''}{n'} - 1 \right) \frac{R'^3 \operatorname{Sin} \delta'^3}{\operatorname{Sin} C' B'^3},$$

ſo iſt offenbar die Kenntniß von P und Q hinreichend, um mittelſt der Gleichung II den geſuchten Bogen $C' B'$ zu beſtimmen. Es ſollen daher P und Q als die beiden, im §. 11. erwähnten Unbekannten x, y angenommen werden, und die folgenden §§. zeigen, auf welche Weiſe man aus dieſen beiden Größen die drei Radien vectoren r, r', r'' der Größe und Lage nach berechnen kann*).

16.

Zuvörderſt ergibt ſich aus $P = \frac{n''}{n}$ und der Gleichung II

$$b n' . \frac{\operatorname{Sin}(C' B' - \sigma)}{\operatorname{Sin} C' B'} = n (a + P) = \frac{n}{n + n''} (n + n'') (a + P)$$
$$= \frac{(n + n'')}{1 + \frac{n''}{n}} (a + P) = (n + n'') \frac{a + P}{1 + P}.$$

Hieraus und aus $Q = 2 \left(\frac{n + n''}{n'} - 1 \right) \frac{R'^3 \operatorname{Sin} \delta'^3}{\operatorname{Sin} C' B'^3}$ oder

$$\frac{n + n''}{n'} = \frac{Q \operatorname{Sin} C' B'^3}{2 R'^3 \operatorname{Sin} \delta'^3} + 1$$ aber folgt ſodann

$$b \frac{\operatorname{Sin}(C' B' - \sigma)}{\operatorname{Sin} C' B'} = \frac{a + P}{1 + P} \left(\frac{Q \operatorname{Sin} C' B'^3}{2 R'^3 \operatorname{Sin} \delta'^3} + 1 \right)$$ oder

*) Weßhalb man aber eben dieſe Größen, und nicht geradezu die Quotienten $\frac{n'}{n}$, $\frac{n''}{n}$ als Unbekannte betrachtet, wird im §. 19. näher auseinandergeſetzt.

$$b\,\frac{1+P}{a+P}\,\text{Sin}\,(C'B'-\sigma)=\text{Sin}\,C'\,B'+\frac{Q\,\text{Sin}\,C'\,B'^4}{2\,R'^3\,\text{Sin}\,\delta'^3}\;.\;.\;.\;\text{III.}$$

Dieſe Gleichung iſt es nun, aus welcher $C'\,B'$ gefunden werden muß*), was man am leichteſten durch Verſuche bewerkſtelligt. Jedem nur einigermaßen Geübten wird die Auflöſung dieſer Gleichung ſehr bald gelingen, der man überdieß noch eine andere, im Praktiſchen brauchbare Form geben kann, welches jedoch, als für den gegenwärtigen Zweck unweſentlich, hier mit Stillſchweigen übergangen werden muß.

17.

Sobald der Bogen $C'\,B'$ gefunden iſt, ergibt ſich r' durch die Gleichung $r'=\frac{R'\,\text{Sin}\,\delta'}{\text{Sin}\,C\,B'}$ (nach §. 13).

Um nun auch r und r'' aus $C'\,B'$ zu berechnen, denke man ſich von C' einen Perpendikel, auf den Kreis $A\,D'$ gefällt, wodurch zwei rechtwinklige Dreiecke entſtehen, deren eines $C'\,D''$, das andere $C\,C'$ zur Hypothenuſe hat. Der Sinus jenes Perpendikels iſt im erſten dieſer Dreiecke $=\text{Sin}\,C'\,D''\,.\,\text{Sin}\,D''$, im zweiten $=\text{Sin}\,C\,C'\,.\,\text{Sin}\,C$, daher man

$$\text{Sin}\,C'\,D''\,.\,\text{Sin}\,D''=\text{Sin}\,C\,C'\,.\,\text{Sin}\,C$$

hat. Genau eben ſo iſt, wenn von C'' ein Perpendikel auf $A\,D'$ gefällt wird:

$$\text{Sin}\,C''\,D'\,.\,\text{Sin}\,D'=\text{Sin}\,C\,C''\,.\,\text{Sin}\,C.$$

Aus dieſen beiden Gleichungen folgt dann

$$\frac{\text{Sin}\,C'\,D''}{\text{Sin}\,C''\,D'}\,.\,\frac{\text{Sin}\,D''}{\text{Sin}\,D'}=\frac{\text{Sin}\,C\,C'}{\text{Sin}\,C\,C''}\;\text{oder}\;\frac{\text{Sin}\,(A'\,D''-\delta'+C'\,B')}{\text{Sin}\,C''\,D'}\,.$$

$$\frac{\text{Sin}\,D''}{\text{Sin}\,D'}=\frac{\text{Sin}\,2\,f''}{\text{Sin}\,2\,f'}=\frac{\frac{n''}{r'\,r'}}{\frac{n'}{r'\,r''}}\;(\text{§. }11)=\frac{n''\,r''}{n'\,r'},\;\text{d. h.}$$

$$r''\,\text{Sin}\,C''\,D'=\frac{n'\,r'}{n''}\,.\,\frac{\text{Sin}\,D''}{\text{Sin}\,D'}\,.\,\text{Sin}\,(A'\,D''-\delta'+C'B')\;.\,.\;\text{IV.}$$

Auf dieſelbe Weiſe ergibt ſich durch Perpendikel, von C' und C auf $A''\,D$ gefällt,

erſtens $\text{Sin}\,C'\,D\,.\,\text{Sin}\,D=\text{Sin}\,C\,C''\,.\,\text{Sin}\,C''$,

dann $\text{Sin}\,C\,D'\,.\,\text{Sin}\,D'=\text{Sin}\,C\,C''\,.\,\text{Sin}\,C''$,

und hieraus $\frac{\text{Sin}\,C'\,D}{\text{Sin}\,C\,D'}\,.\,\frac{\text{Sin}\,D}{\text{Sin}\,D'}=\frac{\text{Sin}\,C'\,C''}{\text{Sin}\,C\,C''}$, oder

$$\frac{\text{Sin}\,(A'\,D-\delta'+C'\,B')}{\text{Sin}\,C\,D'}\,.\,\frac{\text{Sin}\,D}{\text{Sin}\,D'}=\frac{\text{Sin}\,2\,f}{\text{Sin}\,2\,f'}=\frac{n\,r}{n'\,r'},\;\text{d. h.}$$

$$r\,\text{Sin}\,C\,D'=\frac{n'\,r'}{n}\,.\,\frac{\text{Sin}\,D}{\text{Sin}\,D'}\,.\,\text{Sin}\,(A'\,D-\delta'+C'\,B')\;.\,.\;\text{V.}$$

Nun folgt aus der Gleichung II, §. 14, da $P=\frac{n''}{n}$

$$\frac{n'}{n''\,\text{Sin}\,C'B'}=\frac{a\,\frac{n}{n''}+1}{b\,\text{Sin}\,(C\,B'-\sigma)}=\frac{a+P}{b\,P\,\text{Sin}\,(C'\,B'-\sigma)}.$$

Es iſt daher

$$\frac{n'\,r'}{n}=\frac{n'\,P}{n''}\,.\,\frac{R'\,\text{Sin}\,\delta'}{\text{Sin}\,C'\,B'}=\frac{(a+P)\,R'\,\text{Sin}\,\delta'}{b\,\text{Sin}\,(C'\,B'-\sigma)}$$

*) Da hier nämlich die Größen P und Q einſtweilen als bekannt angeſehen werden, ſo enthält die Gleichung III keine andere Unbekannte, als Sin C' B'.

eine bekannte Größe, folglich auch $\frac{n'r'}{n''} = \frac{1}{P} \cdot \frac{n'r'}{n}$, und damit die rechten Seiten der Gleichungen IV und V, bekannt (vergl. §. 12. gegen das Ende). Aus dieſen beiden letztern Gleichungen in Verbindung mit

$$r'' \operatorname{Sin} C''B'' = R'' \operatorname{Sin} \partial'',$$

$$r \operatorname{Sin} C B = R \operatorname{Sin} \partial \text{ (§. 13.), oder}$$

$$r'' \operatorname{Sin} (C''D' + \partial'' - A'' D') = R'' \operatorname{Sin} \partial'' \ldots \text{VI},$$

$$r \operatorname{Sin} (C D' + \partial - A D') = R \operatorname{Sin} \partial \ldots \text{VII},$$

laſſen ſich demnach die Bogen CD', C''D' und die beiden Radien vectoren r, r'' berechnen, demzufolge man, da r' ſchon im Anfange dieſes §. gefunden worden, die drei Radien vectoren der Größe nach kennt.

18.

In dem ſphäriſchen Dreiecke CD'C'' ſind jetzt die beiden Seiten CD', C''D' und der eingeſchloſſene Winkel D' bekannt, man kann mithin auch die dritte Seite, nämlich CC'' = 2 f' finden. Ferner ergibt ſich aus den Relationen $r' r'' \operatorname{Sin} 2 f = n$, $r r'' \operatorname{Sin} 2 f' = n'$ durch Diviſion

$$\frac{r' \operatorname{Sin} 2 f}{r \operatorname{Sin} 2 f'} = \frac{n}{n'} \text{ oder } \operatorname{Sin} 2 f = r \operatorname{Sin} 2 f' \cdot \frac{n}{n' r'}$$

(wo man $\frac{n}{n' r'}$ aus dem vorigen §. kennt), und endlich iſt $f'' = f' - f$, wonach alle drei Bogen f, f', f'', und folglich die in Rede ſtehenden Radien vectoren auch der Lage nach gefunden ſind.

19.

Nachdem auf dieſe Art die Größe und Lage von r, r', r'' aus P und Q hergeleitet worden, bleibt nur noch übrig, die letztern Größen ſelbſt, oder wenigſtens genäherte Werthe derſelben zu finden. Nun iſt nach §. 15

$$P = \frac{n''}{n}$$

$$Q = 2\left(\frac{n + n''}{n'} - 1\right) \frac{R'^3 \operatorname{Sin} \delta'^3}{\operatorname{Sin} C' B'^3} = 2\left(\frac{n + n''}{n'} - 1\right) r'^3$$

und nach §. 11

$$\frac{o'' \eta n}{o \eta'' n''} = 1 \text{ oder } \frac{n''}{n} = \frac{o''}{o} \cdot \frac{\eta}{\eta''},$$

$$n - n' + n'' = \frac{n' o o''}{2 \eta \eta'' r r' r'' \operatorname{Cos} f \cdot \operatorname{Cos} f' \cdot \operatorname{Cos} f''} \text{ oder}$$

$$2\left(\frac{n + n''}{n'} - 1\right) r'^3 = \frac{r'^2 o o''}{r r'' \eta \eta'' \operatorname{Cos} f \cdot \operatorname{Cos} f' \cdot \operatorname{Cos} f''},$$

ſo daß die genauen Werthe von P und Q reſp. $\frac{o''}{o} \cdot \frac{\eta}{\eta''}$ und $\frac{r'^2 o o''}{r r'' \eta \eta'' \operatorname{Cos} f \cdot \operatorname{Cos} f' \cdot \operatorname{Cos} f''}$ ſind. Weil jedoch, angenommenermaßen, die heliocentriſche Bewegung des Planeten zwiſchen den drei Beobachtungen nicht allzu groß iſt, ſo werden erſtens η, η'' (deren Bedeutung aus §. 11 erhellt) von der Einheit nur wenig verſchieden, ferner r'^2 nahe $= r r''$, endlich die Bogen f, f', f'' nur klein, daher deren Coſinus nahe = 1 ſeyn, und man wird folglich näherungsweiſe $P = \frac{o''}{o}$, $Q = o o''$ ſetzen können *).

*) Da (vergl. §. 11) o, o', o'' reſp. die Zwiſchenzeiten zwiſchen der zweiten und dritten, der erſten und dritten, der erſten und zweiten Beobachtung, multiplicirt mit der Conſtante k, vorſtellen, ſo ſind dieſe Größen natürlich immer bekannt.

Eine tiefere Unterſuchung zeigt in der That, daß dieſen genäherten Werthen nur ſehr kleine Werthe von X, Y entſprechen müſſen (§. 9.), beſonders wenn die Zeit-Intervalle zwiſchen der mittlern und den beiden äußerſten Beobachtungen nahe gleich ſind*), und es wurden eben deßhalb im §. 15. die oben genannten Functionen für P und Q gewählt, indem ſich die genäherten Werthe derſelben aus der Natur des Problems gleichſam von ſelbſt ergeben.

Hätte man hingegen, wie es beim erſten Anblicke allerdings einfacher ſcheint, die Quotienten $\frac{n'}{n}$, $\frac{n''}{n}$ unmittelbar für die Unbekannten, und als Näherungswerthe derſelben $\frac{o'}{o}$, $\frac{o''}{o}$ angenommen, ſo zeigt die Analyſis, daß die daraus abgeleiteten Größen zu fehlerhaft ausfallen würden, um ſelbſt als erſte Näherung betrachtet werden zu können.

20.

Um nun ſämmtliche, zur Berechnung der Planetenbahn, ſoweit ſolche bis jetzt vorgetragen worden, nothwendige Operationen leicht überſehen zu können, ſeyen Letztere in derſelben Reihefolge, wie ſie bei numeriſcher Entwickelung wirklich ausgeführt werden, nochmals kurz zuſammengeſtellt:

1) Man berechne die den Beobachtungen entſprechenden heliocentriſchen Orte der Erde, und verwandle die beobachteten geraden Aufſteigungen und Abweichungen des Planeten in Längen und Breiten (§. 7).

2) Man beſtimme die Neigungen (γ, γ', γ'') der größten Kreiſe, welche die heliocentriſchen Orte der Erde mit den geocentriſchen des Planeten verbinden, gegen die Ekliptik, und die Abſtände (δ, δ', δ'') der Erde und des Planeten in dieſen Kreiſen (§. 12).

3) Man beſtimme die Winkel (D, D′, D″) dieſer größten Kreiſe mit einander ſelbſt, und die Abſtände (A′D, A″D, AD′, A″D′, AD″, A′D″) ihrer gegenſeitigen Durchſchnittspuncte von den Erdorten (§. 12).

4) Man beſtimme den Abſtand (σ) desjenigen Punctes (B*), in welchem ein, die beiden äußerſten Orte des Planeten verbindender größter Kreis den durch den mittlern Erd- und Planetenort gehenden Kreis ſchneidet, vom mittlern Planetenorte (§. 12).

5) Man berechne die beiden Hülfsgrößen a und b in §. 14.

6) Man berechne o, o″ und dann $x = P = \frac{o''}{o}$, $y = Q = o\,o''$ (§. 19).

7) Man löſe durch Verſuche die Gleichung III, §. 16, auf, wodurch ſich der Abſtand (C′B′) des mittlern heliocentriſchen vom mittlern geocentriſchen Orte des Planeten ergibt.

8) Man berechne den mittlern Radius vector (r′), die Größen $\frac{n'r}{n}$, $\frac{n'r}{n''}$, die Bogen CD′, C″D′, die beiden äußern Radien vectoren (r, r″) und die Winkel f′, f, f″ (§§. 17, 18).

9) Man berechne aus r, r′, 2f″, oder aus r′, r″, 2f und den entſprechenden Zwiſchenzeiten den halben Parameter p nach §. 6, und hierauf die Größen n, n′, n″, η, η'' (§. 11). Es ſey dann

$$\frac{o''\,\eta}{o\,\eta''} = P', \quad \frac{r'^2\,o\,o''}{r\,r''\,\eta\,\eta''\,\mathrm{Cos}\,f\,.\,\mathrm{Cos}\,f'\,.\,\mathrm{Cos}\,f''} = Q',$$

ſo wird offenbar, wenn die Werthe der Größen P und Q ſtreng richtig waren, P′ = P, Q = Q. Iſt Letzteres jedoch nicht der Fall, ſo ſetze man log P′ —

*) Es iſt daher rathſam, bei der Auswahl der anzuwendenden drei Beobachtungen auf möglichſt gleiche Zwiſchenzeiten bedacht zu ſeyn.

$\log P = \log \frac{P'}{P} = X.\ Q' - Q = Y$ (§. 11), und die Rechnung muß als-
dann mit andern Werthen von x, y wiederholt werden (§. 10).
10) Für dieſe zweiten Werthe von x, y nehme man P′ und Q′ an, behalte die
Reſultate der Operationen 1) bis 5) unverändert bei, ſetze in den folgenden (von
7 bis 9) die Werthe von P′, Q′ für P, Q, berechne wiederum p aus r, r′, 2 f″
oder r′, r″, 2 f und den Zwiſchenzeiten, dann η, η″, und hieraus endlich die
neuen Werthe von P′, Q′, welche meiſtentheils von denjenigen, die die erſte Rech-
nung ergab, nur wenig abweichen, und demgemäß die zweiten X, Y ſchon weit
kleiner, als die erſten ausfallen werden.
11) Als dritte Werthe von x, y nehme man die zweiten von P′, Q′, und wie-
derhole mit denſelben die Operationen 7) bis 9) von neuem. Die hieraus reſul-
tirenden X, Y werden entweder völlig = 0, oder doch nur höchſt unbedeutend
ſeyn, und wenn man nun (in letzterem Falle), um noch genauere x, y zu erhal-
ten, die Methode des § 9. anwendet, und mit den dergeſtalt gefundenen Werthen
die gedachten Operationen abermals wiederholt, ſo wird in den allermeiſten Fällen
jetzt X und Y = 0 werden, und es ſehr ſelten nöthig ſeyn, die Rechnung zum
fünftenmale durchzumachen.
12) Am Schluſſe der letzten Rechnung werden ſodann außer dem ſchon bekann-
ten p auch die übrigen Elemente berechnet; entweder aus r, r′, f″, oder aus
r′, r″, f, oder beſſer aus r, r″, f′ und der Zwiſchenzeit nach der im §. 6. aus-
einandergeſetzten Methode. Auf dieſe Weiſe erhält man daher die Dimenſionen
der Ellipſe, nämlich die Excentricität, den halben Parameter (oder
auch die halbe große Axe) und die Lage des Periheliums.

21.

Allein dieſe Lage iſt bis jetzt nur in Bezug auf die drei heliocentriſchen Orte
C, C′, C″ bekannt. Denn da man keineswegs die Länge der drei Radien vec-
toren ſelbſt, ſondern nur den Längen-Unterſchied derſelben, oder die Winkel
2 f, 2 f′, 2 f″ kennt, ſo folgt leicht aus §. 3, daß hieraus auch nur die Win-
kel dieſer Radien vectoren mit der Apſidenlinie, oder die wahren Anomalien *),
d. h. die Bogenabſtände der Puncte C, C′, C″ vom Perihelium gefunden werden
können. Es bleibt daher noch übrig, den Winkelabſtand des Periheliums von der
Linie der Nachtgleichen, oder deſſen Länge, ferner die Länge des aufſteigenden
Knotens, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik, und endlich die Epoche zu
beſtimmen.
Zu dieſem Behufe berechne man zuerſt in dem ſchon §. 18. benutzten Dreiecke
C D′ C″ den Winkel C. Wird dann die Länge des aufſteigenden Knotens =
☊, die Neigung der Bahn = i geſetzt, ſo ſind die Seiten des Dreiecks ☊ A C
der Reihe nach: A C = A D′ − C D′, ☊ C, ☊ A = l − ☊; und die
gegenüber liegenden Winkel reſp. i, A = 180° − λ, C, ſo daß aus den bei-
den bekannten Winkeln A, C, und aus der (gleichfalls bekannten) eingeſchloſſenen
Seite A C die beiden andern Seiten ☊ C (das der erſten Beobachtung entſpre-
chende Argument der Breite), l − ☊ und der dritte Winkel i, d. h. die Länge
des aufſteigenden Knotens und die Neigung der Bahn gefunden
werden kann. Die wahre Anomalie des Punctes C vom Argument der Breite
abgezogen, gibt ſodann den Bogenabſtand des Periheliums vom Knoten, und die
Addition dieſes Abſtandes zur Länge des Knotens die Länge des Peri-
heliums.
Endlich beſtimme man aus den wahren Anomalieen der drei heliocentriſchen
Orte C, C′, C″, nach der in den Artikeln „Anomalie“ und „Gleichung

*) Dieſe Anomalien ſind in der Anmerkung zum §. 3. reſp. mit N − II, N′ − II,
N″ − II bezeichnet.

Eine tiefere Unterſuchung zeigt in der That, daß dieſen genäherten Werthen nur ſehr kleine Werthe von X, Y entſprechen müſſen (§. 9), beſonders wenn die Zeit-Intervalle zwiſchen der mittlern und den beiden äußerſten Beobachtungen nahe gleich ſind*), und es wurden eben deßhalb im §. 15. die oben genannten Functionen für P und Q gewählt, indem ſich die genäherten Werthe derſelben aus der Natur des Problems gleichſam von ſelbſt ergeben.

Hätte man hingegen, wie es beim erſten Anblicke allerdings einfacher ſcheint, die Quotienten $\frac{n'}{n}$, $\frac{n''}{n}$ unmittelbar für die Unbekannten, und als Näherungswerthe derſelben $\frac{o'}{o}$, $\frac{o''}{o}$ angenommen, ſo zeigt die Analyſis, daß die daraus abgeleiteten Größen zu *fehlerhaft* ausfallen würden, um ſelbſt als erſte Näherung betrachtet werden zu können.

20.

Um nun ſämmtliche, zur Berechnung der Planetenbahn, ſowei ſolche bis jetzt vorgetragen worden, nothwendige Operationen leicht überſehen zu können, ſeyen Letztere in derſelben Reihefolge, wie ſie bei numeriſcher Entwickelung wirklich ausgeführt werden, nochmals kurz zuſammengeſtellt:

1) Man berechne die den Beobachtungen entſprechenden heliocentriſchen Orte der Erde, und verwandle die beobachteten geraden Aufſteigungen und Abweichungen des Planeten in Längen und Breiten (§. 7).

2) Man beſtimme die Neigungen (γ, γ', γ'') der größten Kreiſe, welche die heliocentriſchen Orte der Erde mit den geocentriſchen des Planeten verbinden, gegen die Ekliptik, und die Abſtände (δ, δ', δ'') der Erde und des Planeten in dieſen Kreiſen (§. 12).

3) Man beſtimme die Winkel (D, D', D'') dieſer größten Kreiſe mit einander ſelbſt, und die Abſtände (A'D, A''D, AD', A''D', AD'', A'D'') ihrer gegenſeitigen Durchſchnittspuncte von den Erdorten (§. 12).

4) Man beſtimme den Abſtand (σ) desjenigen Punctes (B*), in welchem ein, die beiden äußerſten Orte des Planeten verbindender größter Kreis den durch den mittlern Erd- und Planetenort gehenden Kreis ſchneidet, vom mittlern Planetenorte (§. 12).

5) Man berechne die beiden Hülfsgrößen a und b in §. 14.

6) Man berechne o, o'' und dann $x = P = \frac{o''}{o}$, $y = Q = o\,o''$ (§. 19).

7) Man löſe durch Verſuche die Gleichung III, §. 16, auf, wodurch ſich der Abſtand (C'B') des mittlern heliocentriſchen vom mittlern geocentriſchen Orte des Planeten ergibt.

8) Man berechne den mittlern Radius vector (r'), die Größen $\frac{n'r}{n}$, $\frac{n'r}{n''}$, die Bogen CD', C''D', die beiden äußern Radien vectoren (r, r'') und die Winkel f', f, f'' (§§. 17, 18).

9) Man berechne aus r, r', 2 f'', oder aus r', r'', 2 f und den entſprechenden Zwiſchenzeiten den halben Parameter p nach §. 6, und hierauf die Größen n, n', n'', η, η'' (§. 11). Es ſey dann

$$\frac{o''\,\eta}{o\,\eta''} = P', \quad \frac{r'^2\, o\, o''}{r\, r''\, \eta\, \eta''\, \mathrm{Cos}\, f \,.\, \mathrm{Cos}\, f' \,.\, \mathrm{Cos}\, f''} = Q',$$

ſo wird offenbar, wenn die Werthe der Größen P und Q ſtreng richtig wären, $P' = P$, $Q = Q$. Iſt Letzteres jedoch nicht der Fall, ſo ſetze man log P' —

*) Es iſt daher rathſam, bei der Auswahl der anzuwendenden drei Beobachtungen auf möglichſt gleiche Zwiſchenzeiten bedacht zu ſeyn.

$\log P = \log \frac{P'}{P} = X$, $Q' - Q = Y$ (§. 11), und die Rechnung muß als-dann mit andern Werthen von x, y wiederholt werden (§. 10).

10) Für dieſe zweiten Werthe von x, y nehme man P′ und Q′ an, behalte die Reſultate der Operationen 1) bis 5) unverändert bei, ſetze in den folgenden (von 7 bis 9) die Werthe von P′, Q′ für P, Q, berechne wiederum p aus r, r′, 2 f″ oder r′, r″, 2 f und den Zwiſchenzeiten, dann η, η'', und hieraus endlich die neuen Werthe von P′, Q′, welche meiſtentheils von denjenigen, die die erſte Rechnung ergab, nur wenig abweichen, und demgemäß die zweiten X, Y ſchon weit kleiner, als die erſten ausfallen werden.

11) Als dritte Werthe von x, y nehme man die zweiten von P′, Q′, und wiederhole mit denſelben die Operationen 7) bis 9) von neuem. Die hieraus reſultirenden X, Y werden entweder völlig = 0, oder doch nur höchſt unbedeutend ſeyn, und wenn man nun (in letzterem Falle), um noch genauere x, y zu erhalten, die Methode des §. 9. anwendet, und mit den dergeſtalt gefundenen Werthen die gedachten Operationen abermals wiederholt, ſo wird in den allermeiſten Fällen jetzt X und Y = 0 werden, und es ſehr ſelten nöthig ſeyn, die Rechnung zum fünftenmale durchzumachen.

12) Am Schluſſe der letzten Rechnung werden ſodann außer dem ſchon bekannten p auch die übrigen Elemente berechnet; entweder aus r, r′, f″, oder aus r,, r″, f, oder beſſer aus r, r″, f′ und der Zwiſchenzeit nach der im §. 6. auseinandergeſetzten Methode. Auf dieſe Weiſe erhält man daher die Dimenſionen der Ellipſe, nämlich die Excentricität, den halben Parameter (oder auch die halbe große Axe) und die Lage des Periheliums.

21.

Allein dieſe Lage iſt bis jetzt nur in Bezug auf die drei heliocentriſchen Orte C, C′, C″ bekannt. Denn da man keineswegs die Länge der drei Radien vectoren ſelbſt, ſondern nur den Längen-Unterſchied derſelben, oder die Winkel 2 f, 2 f′, 2 f″ kennt, ſo folgt leicht aus §. 3, daß hieraus auch nur die Winkel dieſer Radien vectoren mit der Apſidenlinie, oder die wahren Anomalien*), d. h. die Bogenabſtände der Puncte C, C′, C″ vom Perihelium gefunden werden können. Es bleibt daher noch übrig, den Winkelabſtand des Periheliums von der Linie der Nachtgleichen, oder deſſen Länge, ferner die Länge des aufſteigenden Knotens, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik, und endlich die Epoche zu beſtimmen.

Zu dieſem Behufe berechne man zuerſt in dem ſchon §. 18. benutzten Dreiecke C D′ C″ den Winkel C. Wird dann die Länge des aufſteigenden Knotens = ☊, die Neigung der Bahn = i geſetzt, ſo ſind die Seiten des Dreiecks ☊ A C der Reihe nach: A C = A D′ − C D′, ☊ C, ☊ A = l − ☊; und die gegenüber liegenden Winkel reſp. i, A = 180° − γ, C, ſo daß aus den beiden bekannten Winkeln A, C, und aus der (gleichfalls bekannten) eingeſchloſſenen Seite A C die beiden andern Seiten ☊ C (das der erſten Beobachtung entſprechende Argument der Breite), l − ☊ und der dritte Winkel i, d. h. die Länge des aufſteigenden Knotens und die Neigung der Bahn gefunden werden kann. Die wahre Anomalie des Punctes C vom Argument der Breite abgezogen, gibt ſodann den Bogenabſtand des Periheliums vom Knoten, und die Addition dieſes Abſtandes zur Länge des Knotens die Länge des Periheliums.

Endlich beſtimme man aus den wahren Anomalieen der drei heliocentriſchen Orte C, C′, C″, nach der in den Artikeln „Anomalie“ und „Gleichung

*) Dieſe Anomalien ſind in der Anmerkung zum §. 3. reſp. mit N − Π, N′ − Π, N″ − Π bezeichnet.

der Bahn" auseinandergeſetzten Methode, die entſprechenden mittlern Anomalieen. Seyen dieſe Letztern der Reihe nach M, M′, M″, ſo ergibt ſich, wenn die Differenz von irgend zweien derſelben (z. B. M′ — M) durch die zugehörige Zwiſchenzeit, in Tagen ausgedrückt, dividirt wird, die mittlere tägliche Bewegung des Planeten, ſo wie, wenn man zu einer mittlern Anomalie ſelbſt die Länge des Periheliums addirt, die entſprechende mittlere Länge in der Bahn; welche Letztere dann mittelſt der täglichen Bewegung auf jeden beliebigen Zeitpunct, als Epoche, übertragen werden kann.

Da in dieſen Blättern keineswegs die vollſtändige Berechnung der Planeten-Bahnen gelehrt, ſondern nur eine Ueberſicht der zur Auflöſung dieſes großen Problems erfundenen Methode gegeben werden ſollte, ſo mußten die möglichen Ausnahmsfälle, welche einige Modificationen der Formeln nöthig machen, mehrere, im Praktiſchen vortheilhafte Abkürzungen, und viele andere Bemerkungen und Entwicklungen hier, als unweſentlich, mit Stillſchweigen übergangen werden. Mögen ſich daher diejenigen Leſer, welche eine gründlichere Belehrung wünſchen, an die Quelle wenden, die unſterbliche

„**Theoria Motus Corporum Coelestium!**"

E n d e.

Taf. I. 2ter Band

Fig. 1.

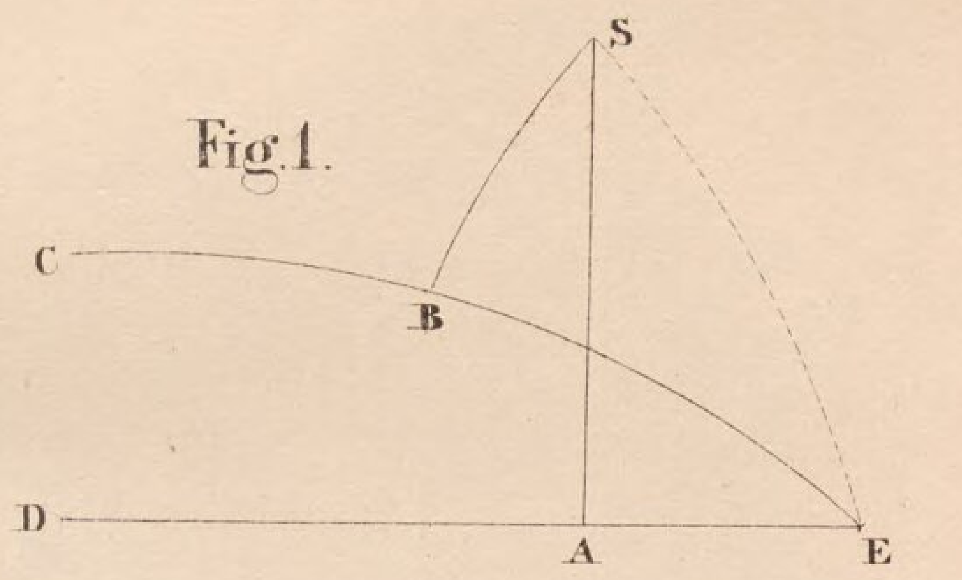


Fig. 2.

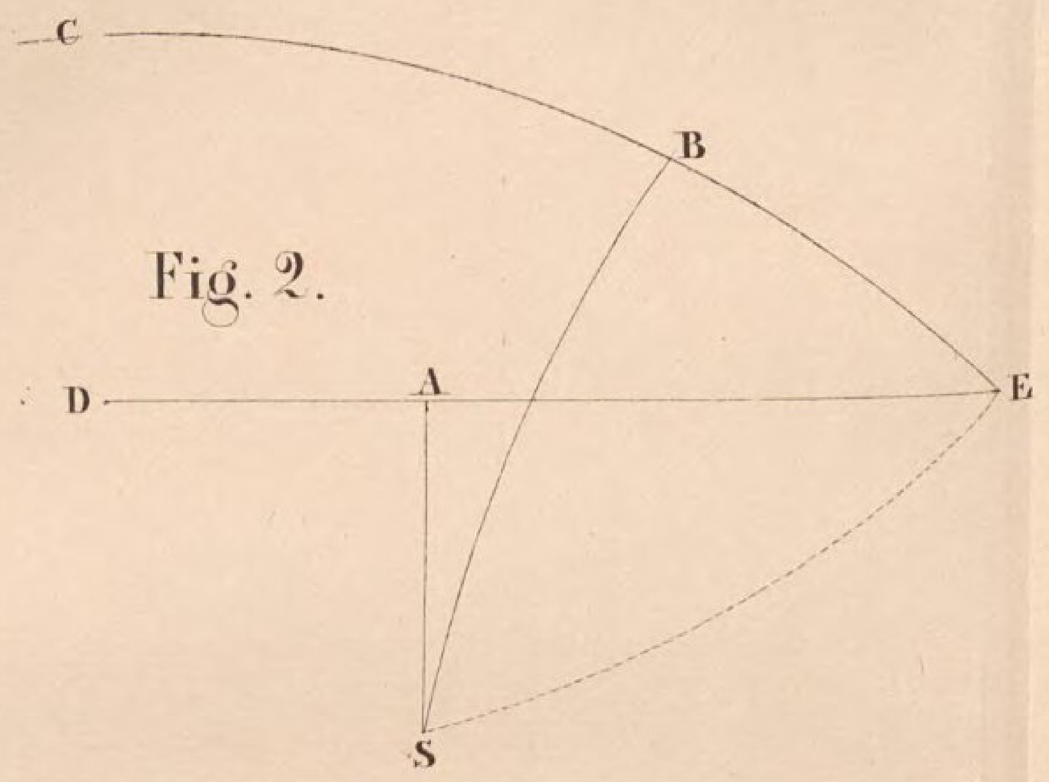


Fig. 3.

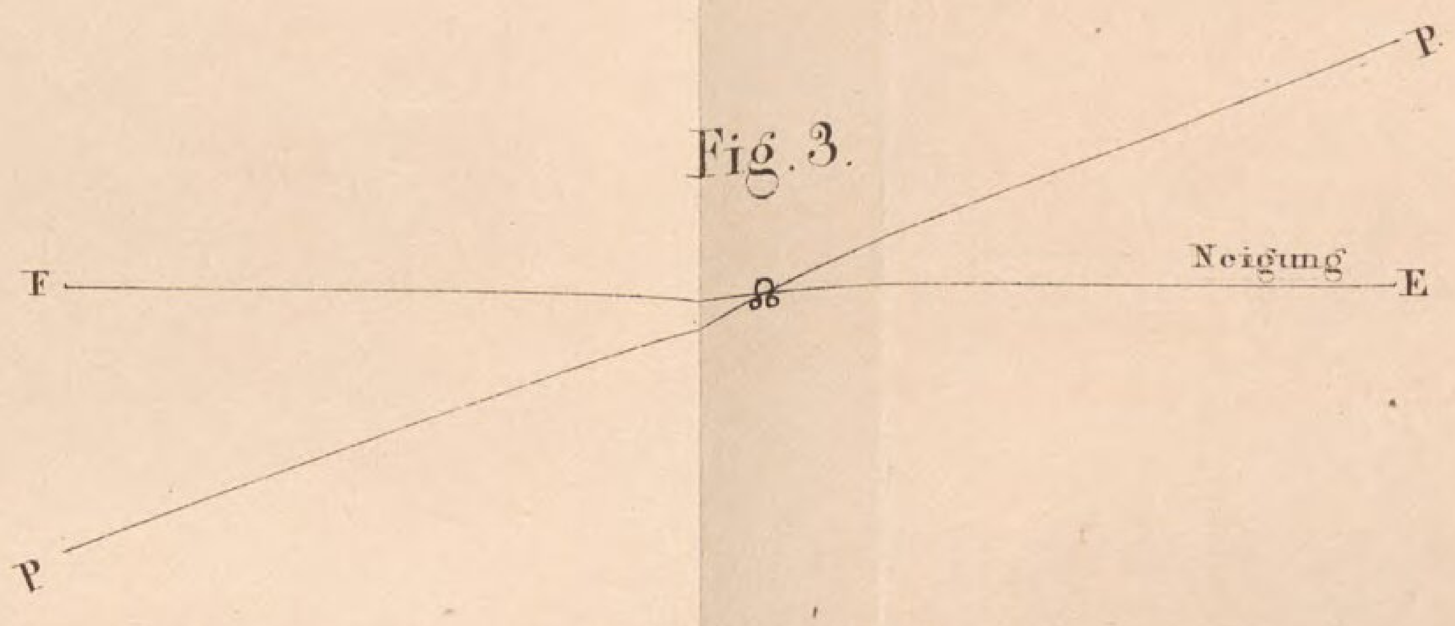


Fig 4

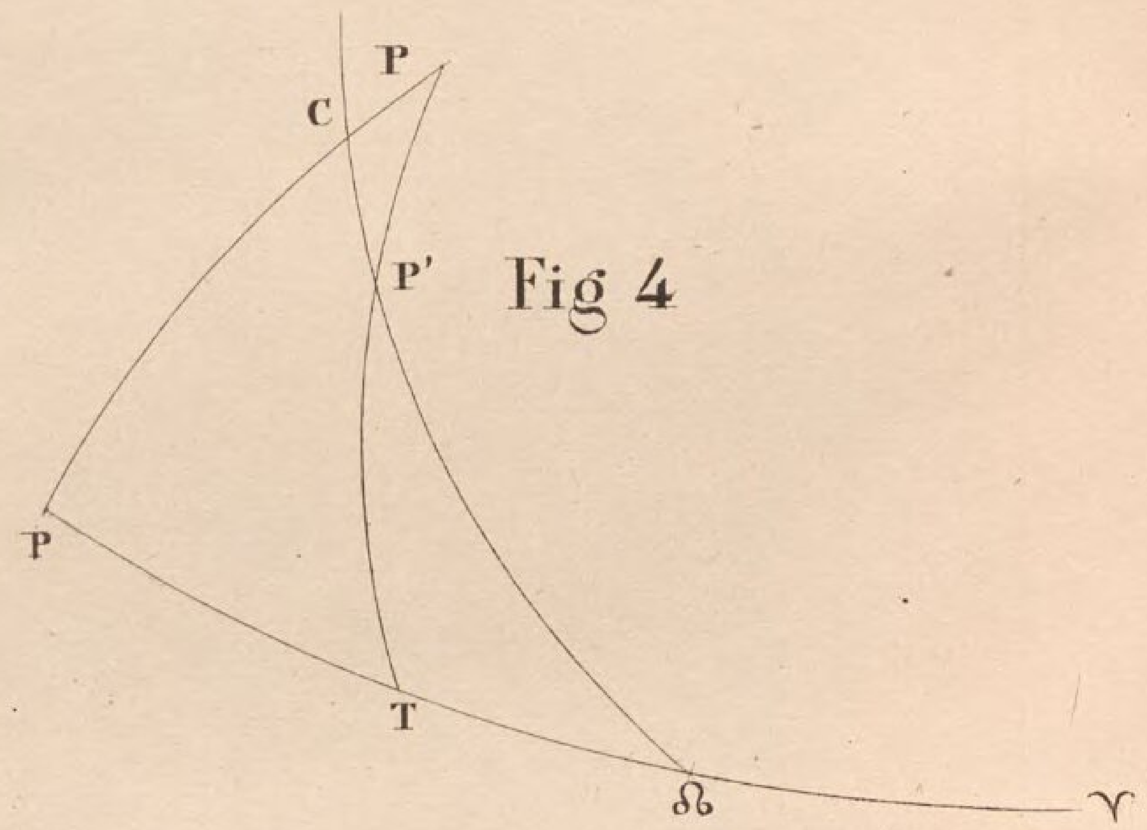


Fig. 5.

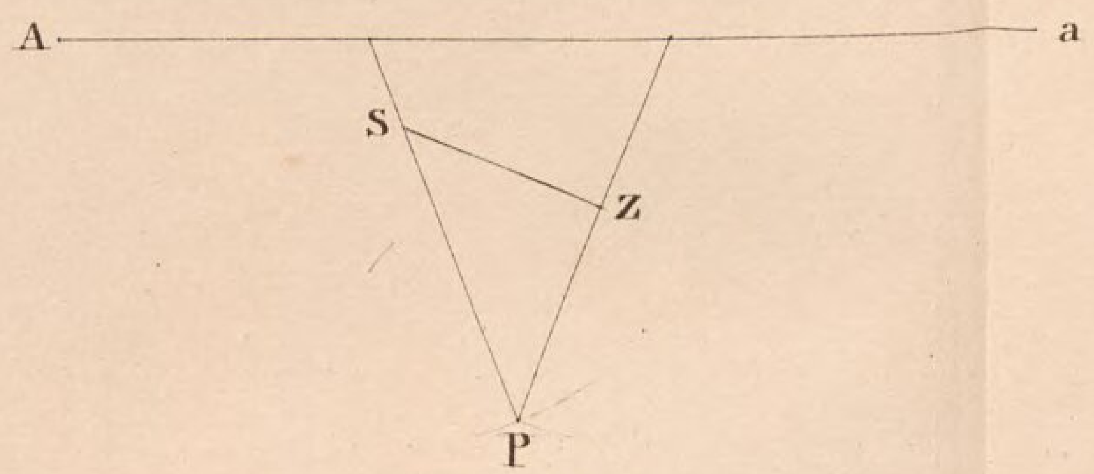
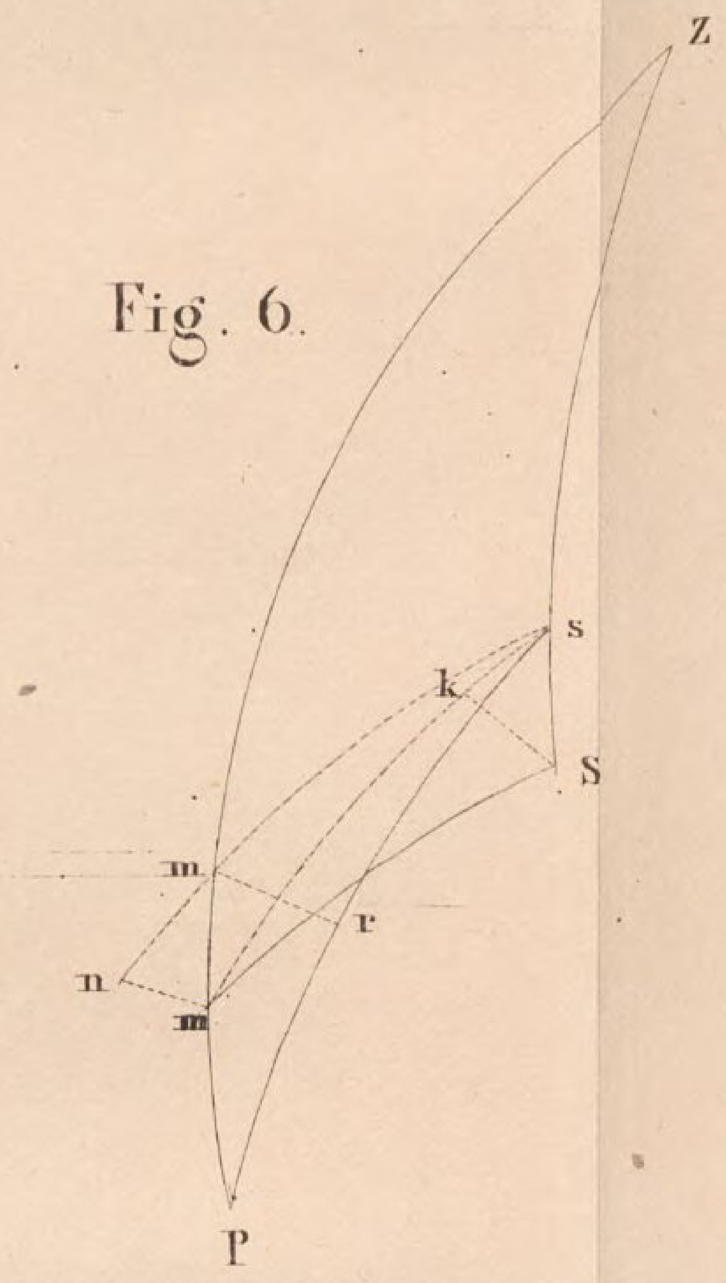


Fig. 6.



Taf. II. 2ter Band.

Fig. 1.

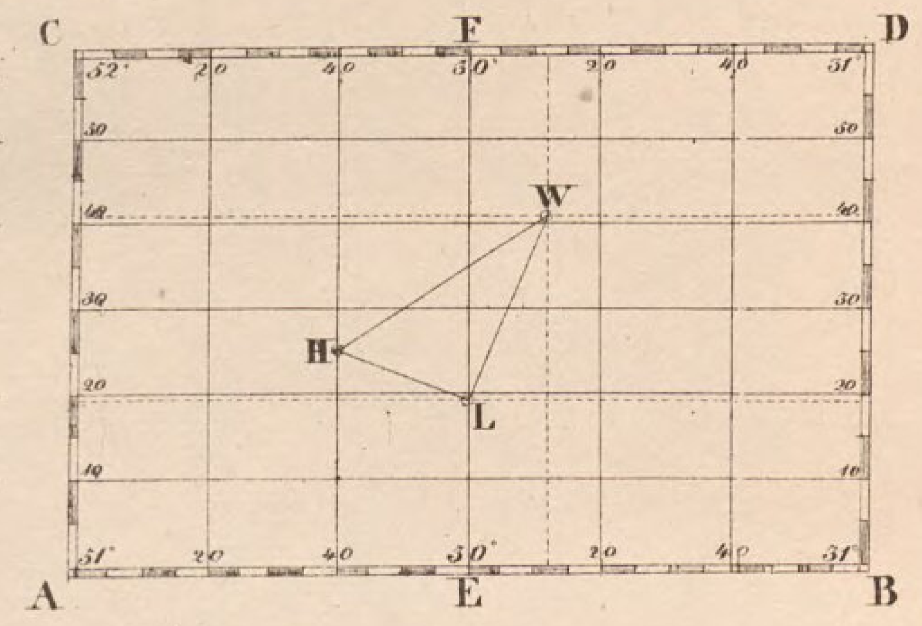


Fig. 2.

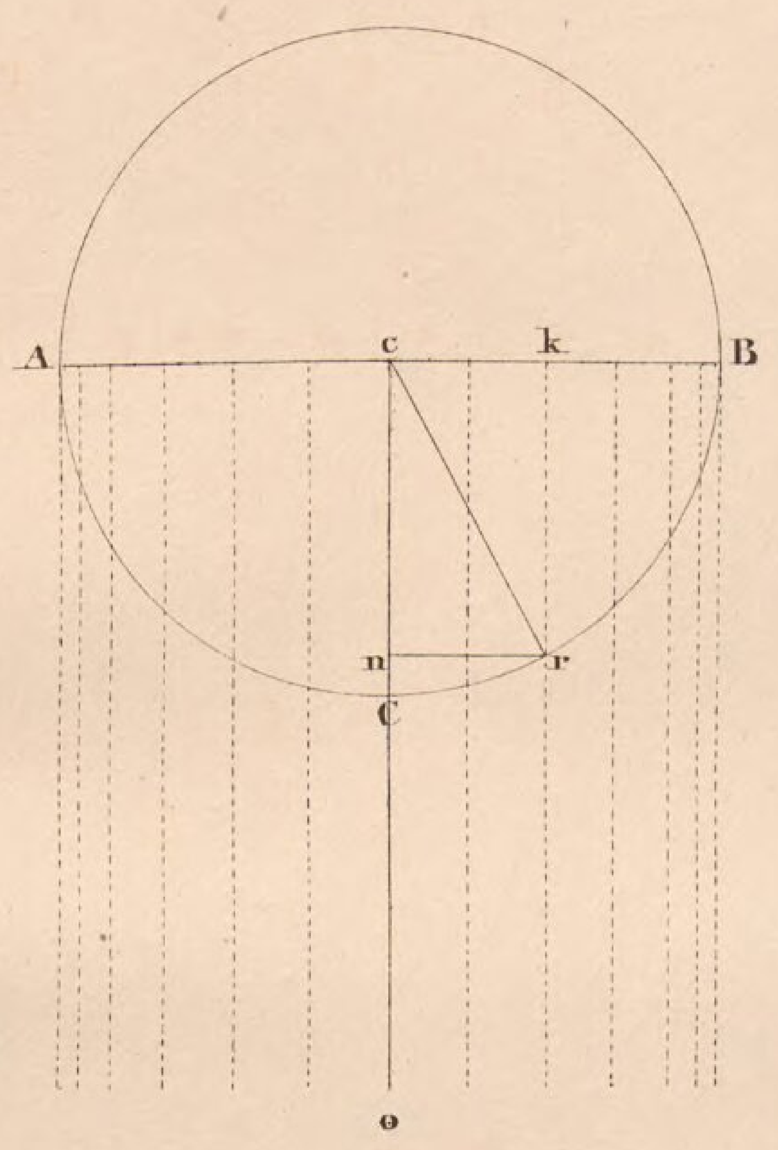


Fig. 3.

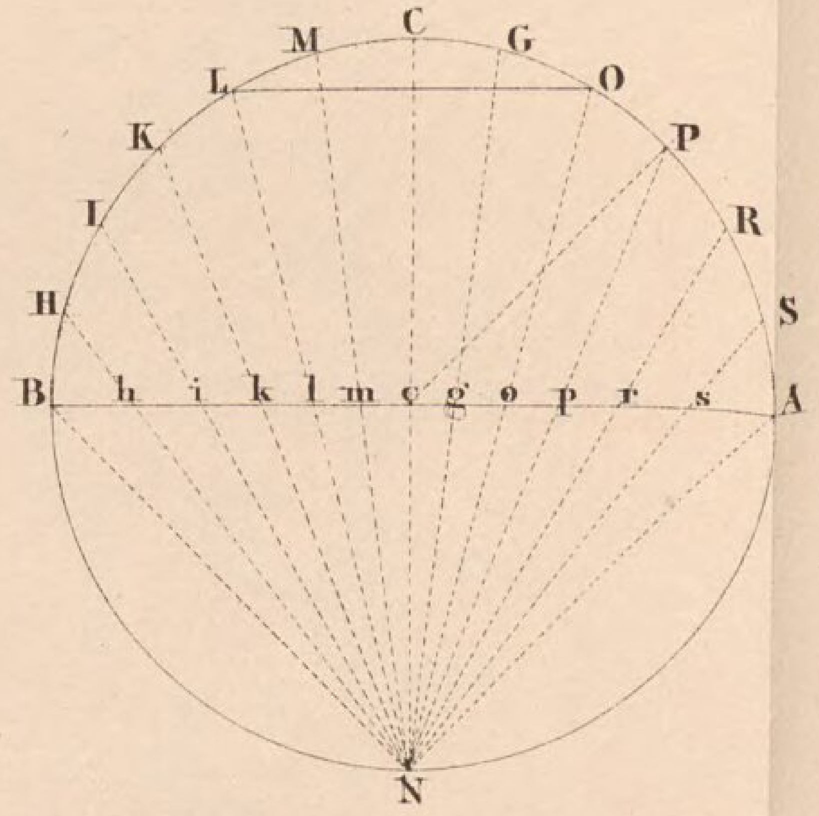


Fig. 4.

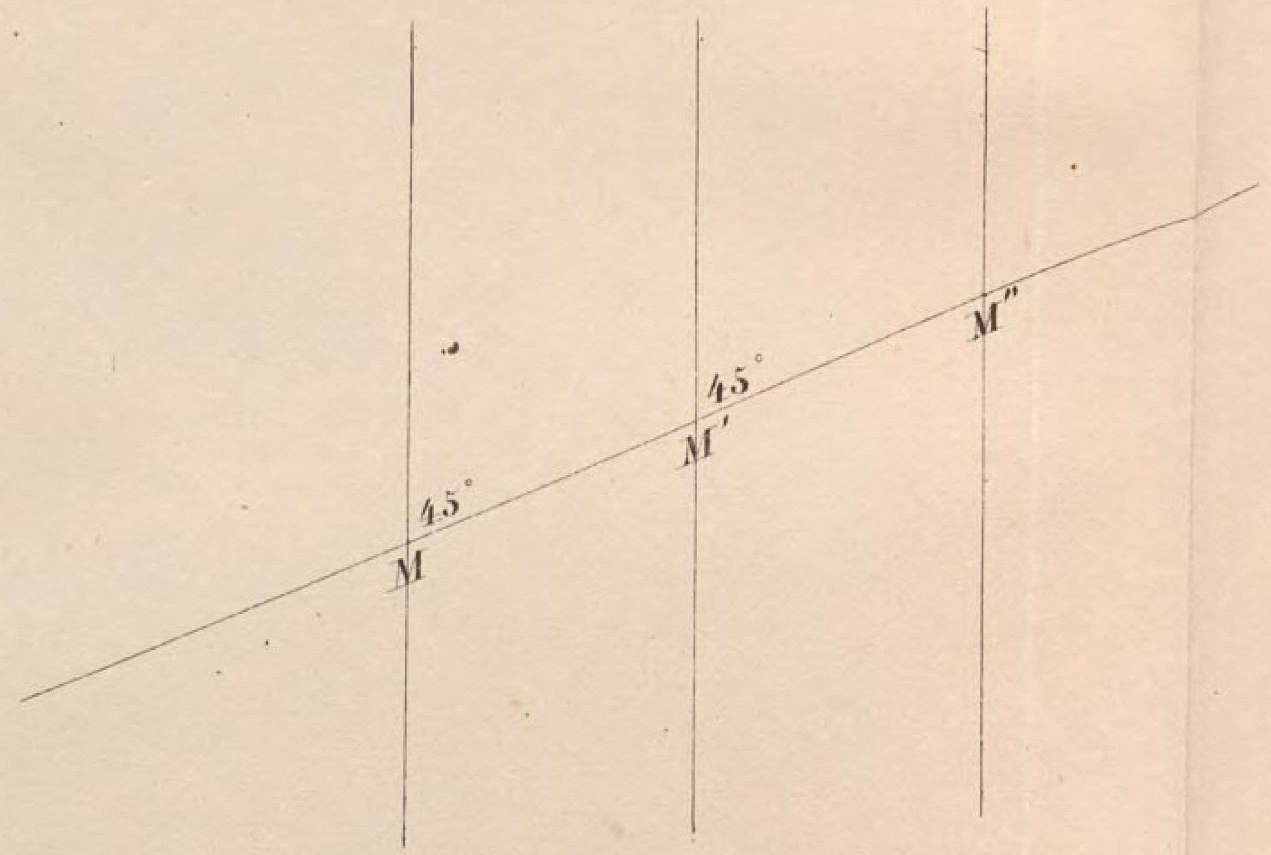
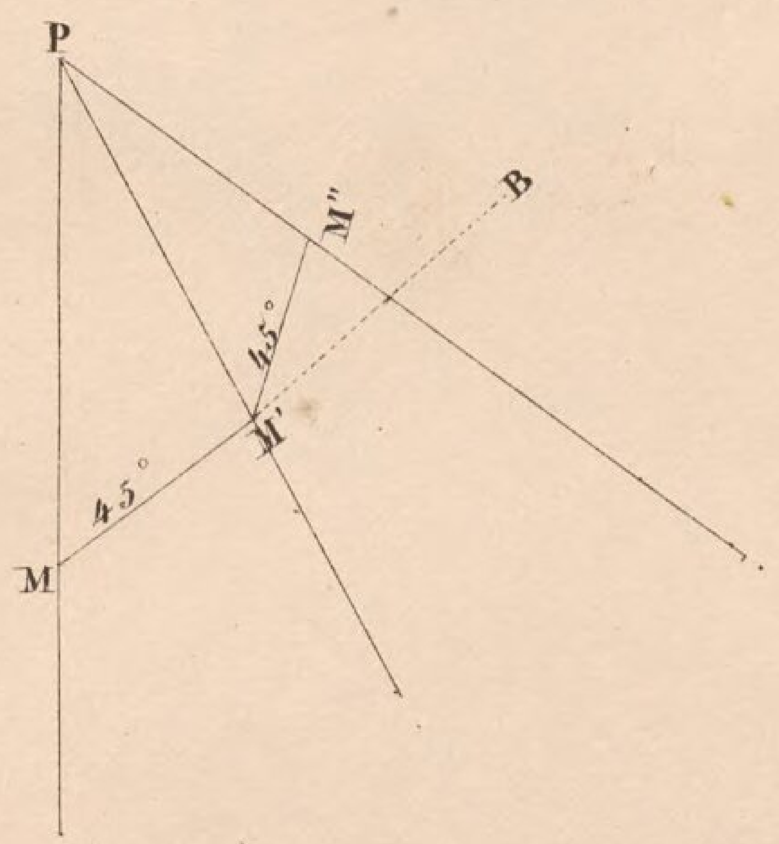


Fig. 5.



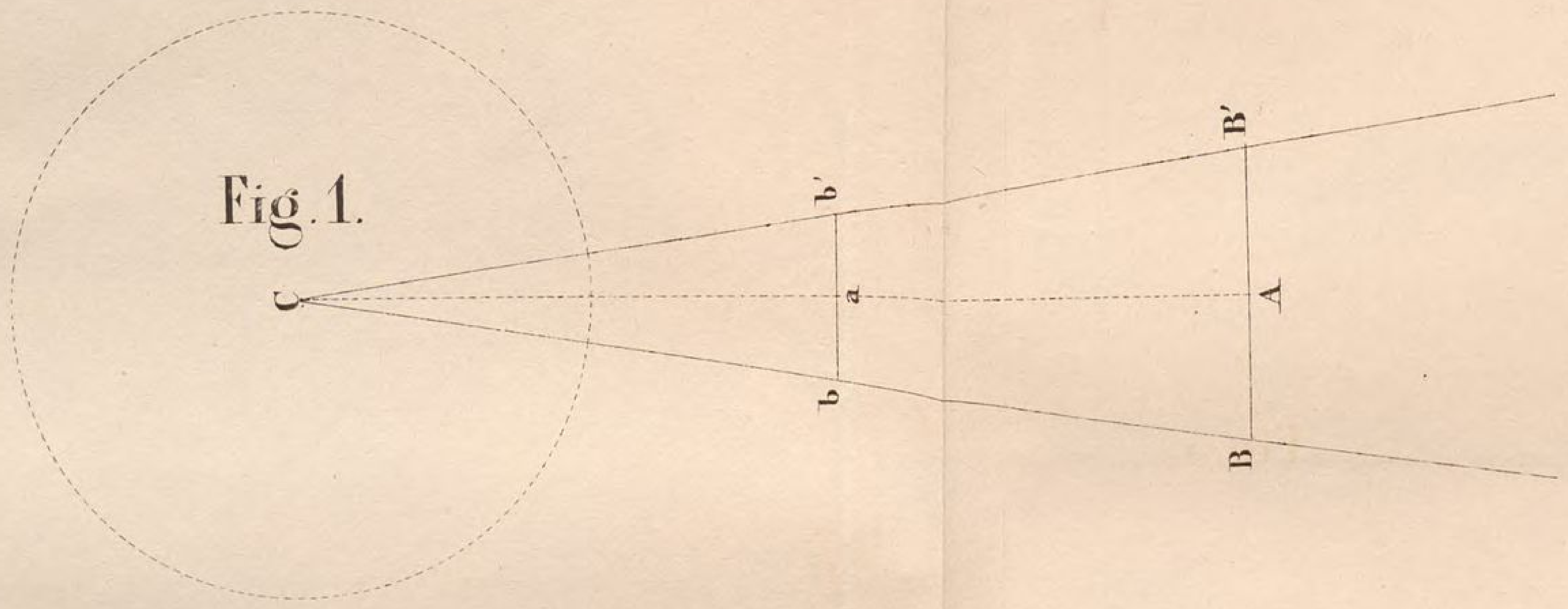


Fig. 1.

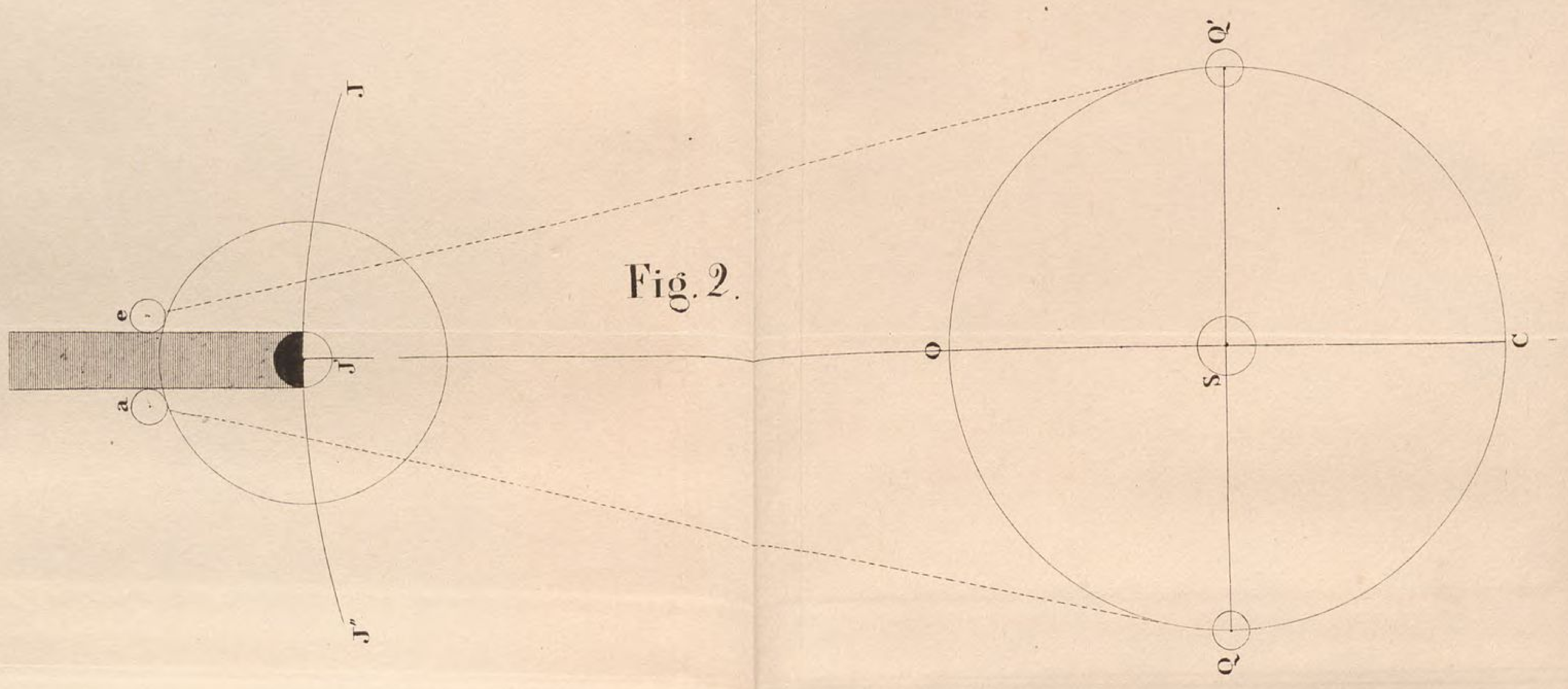


Fig. 2.

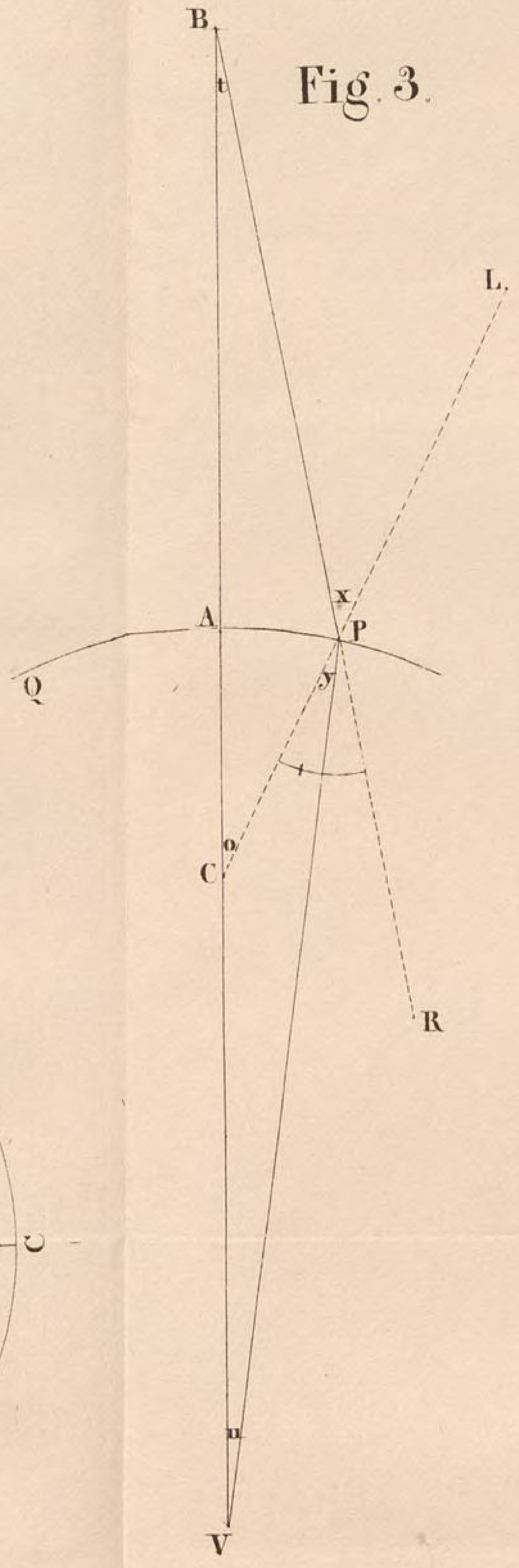


Fig. 3.

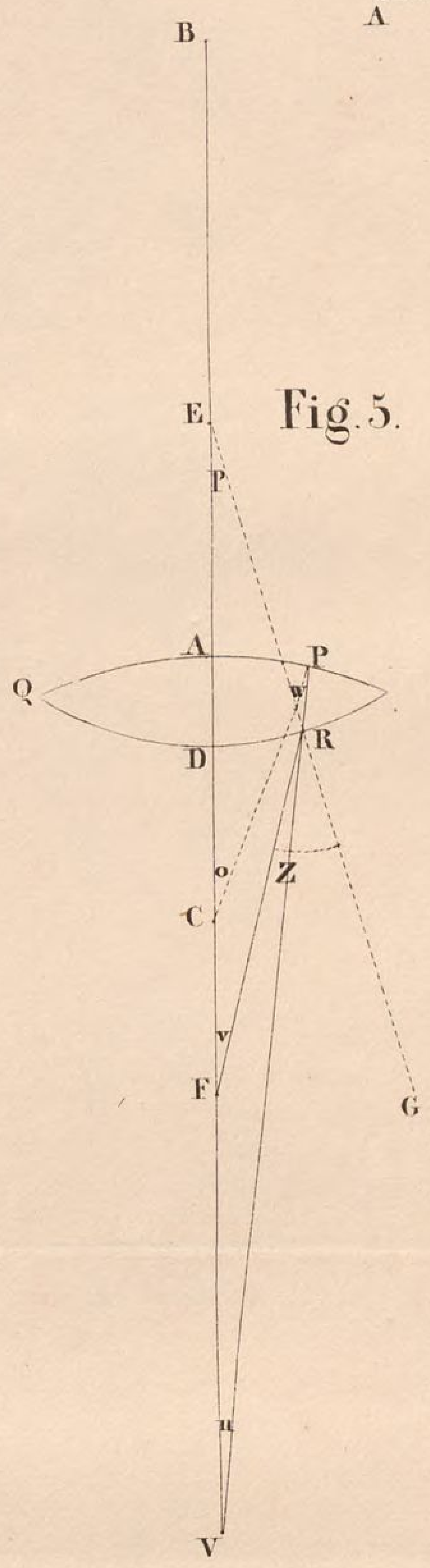


Fig. 5.

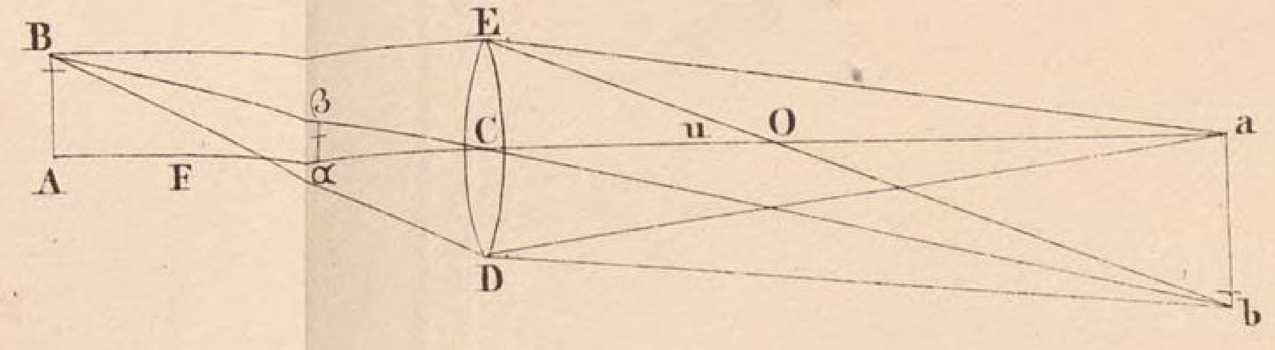


Fig. 6.

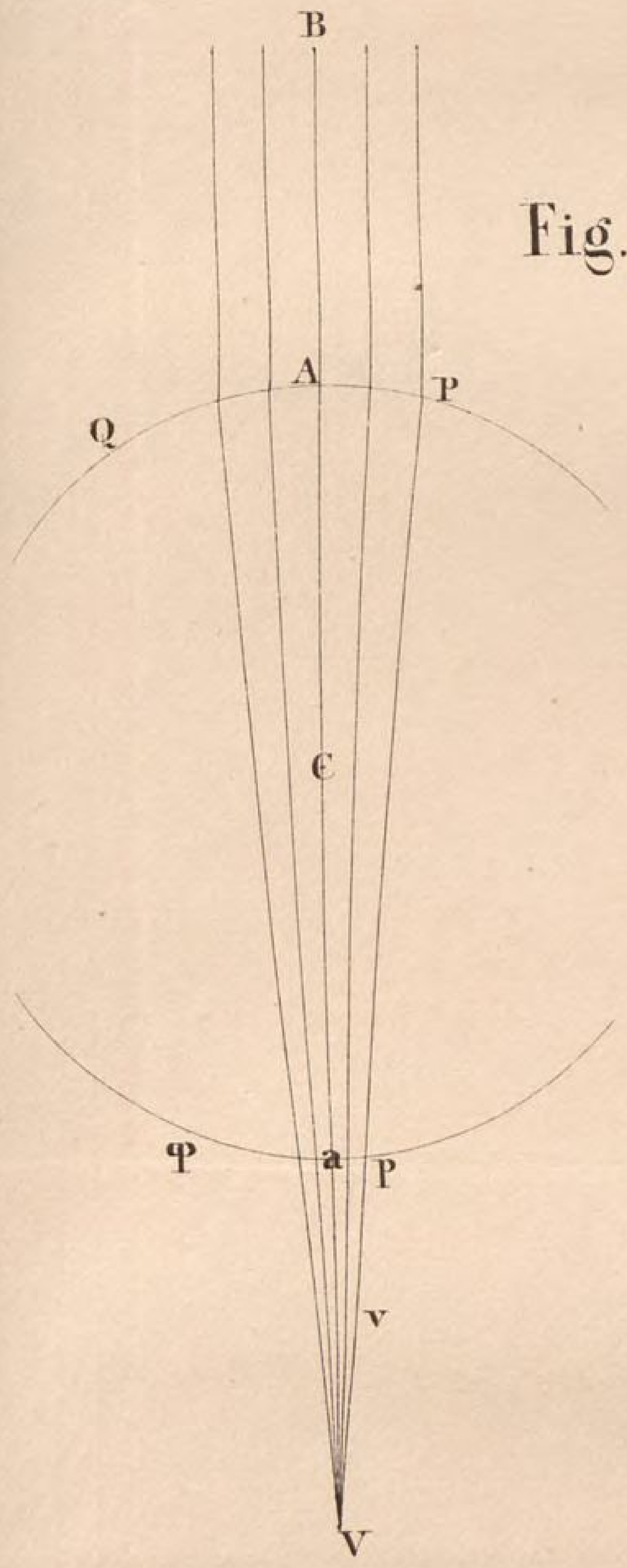
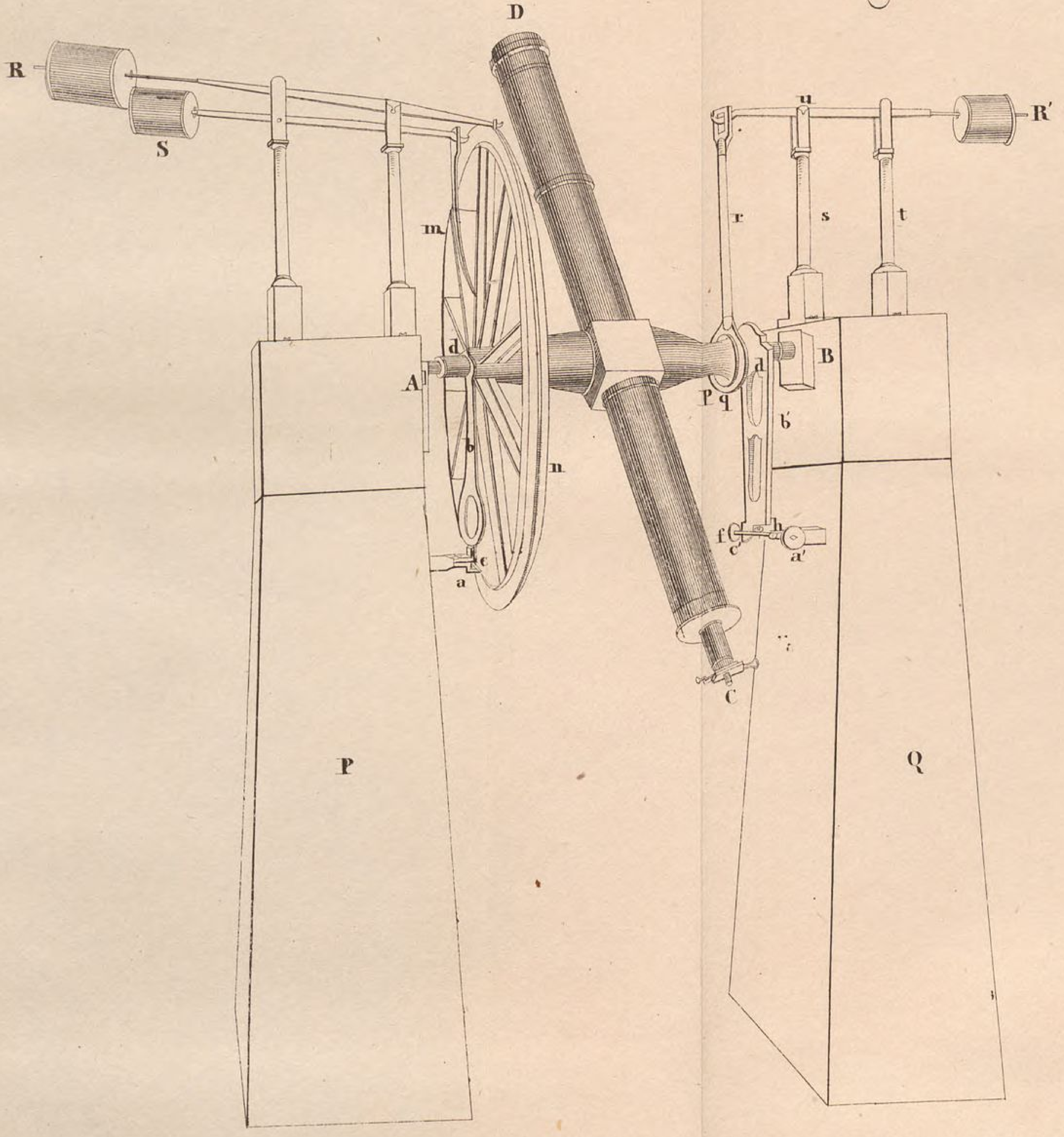


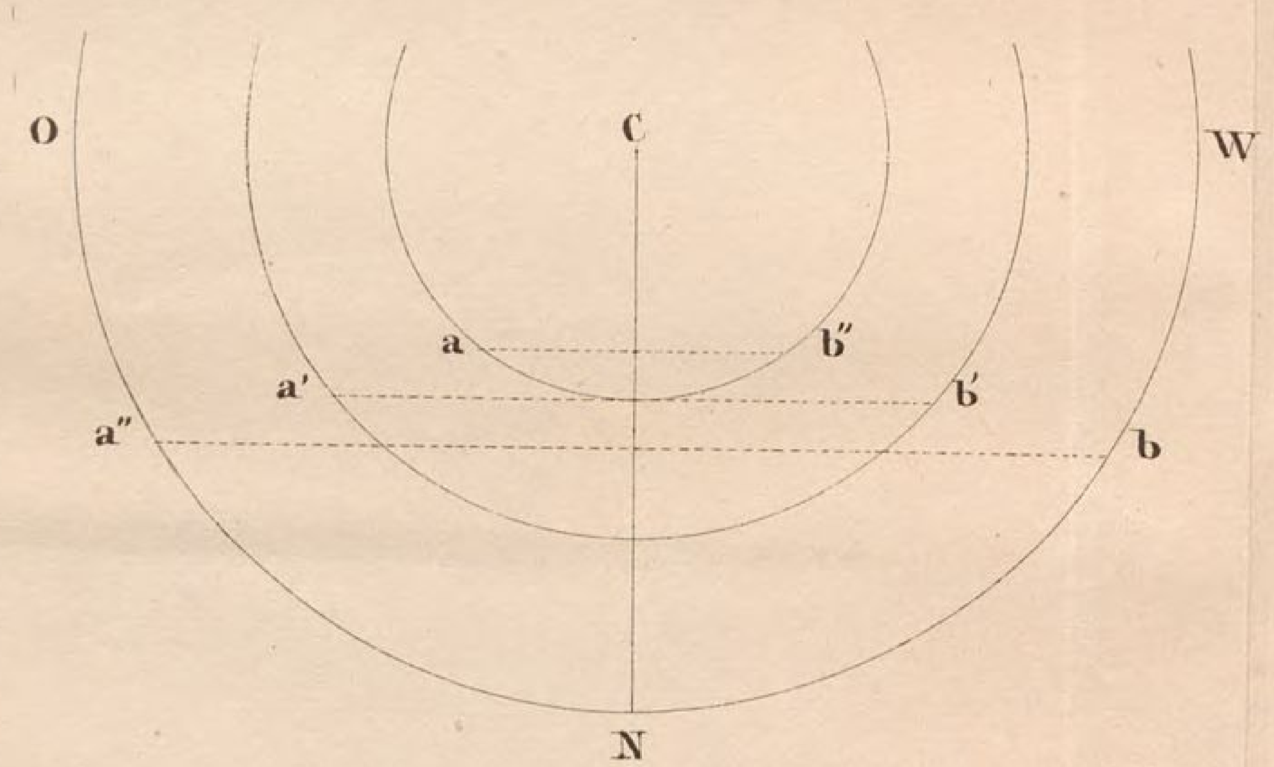
Fig. 4.

Fig. 1.



Taf. V. 2ter Band.

Fig. 1.



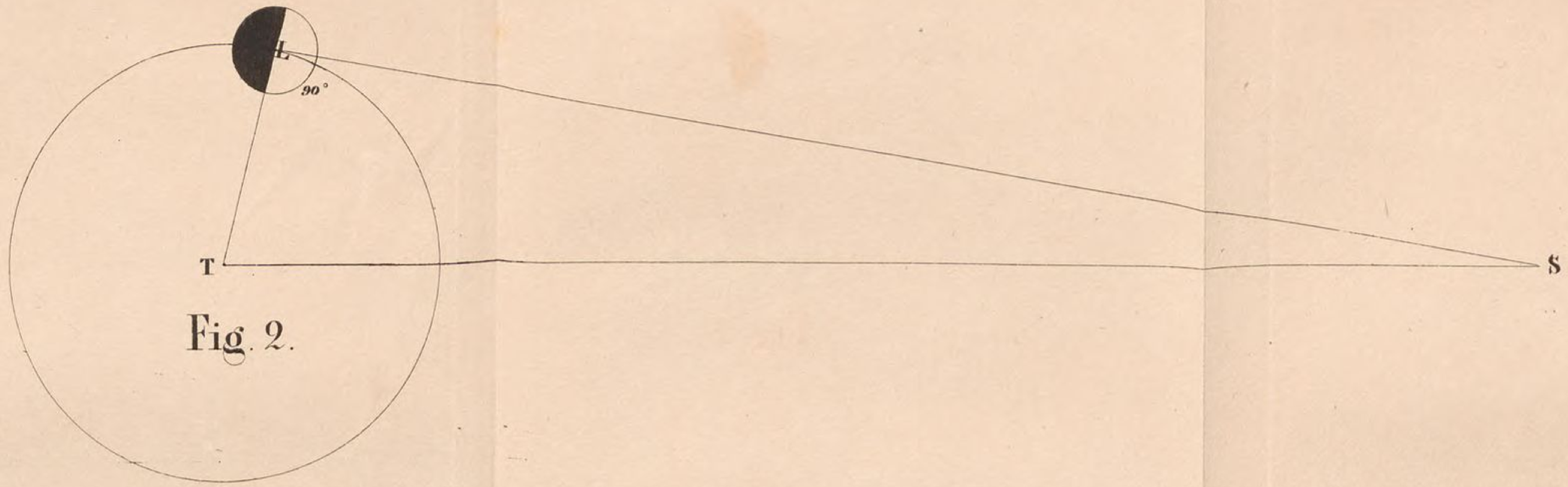


Fig. 2.

Fig 3.

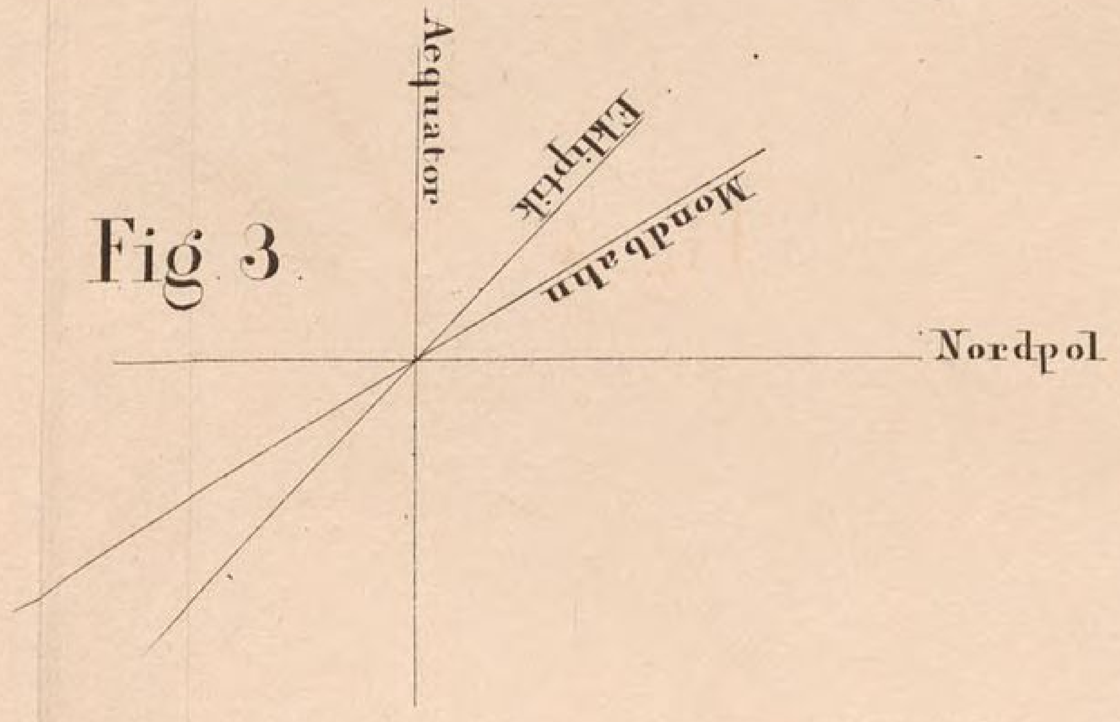
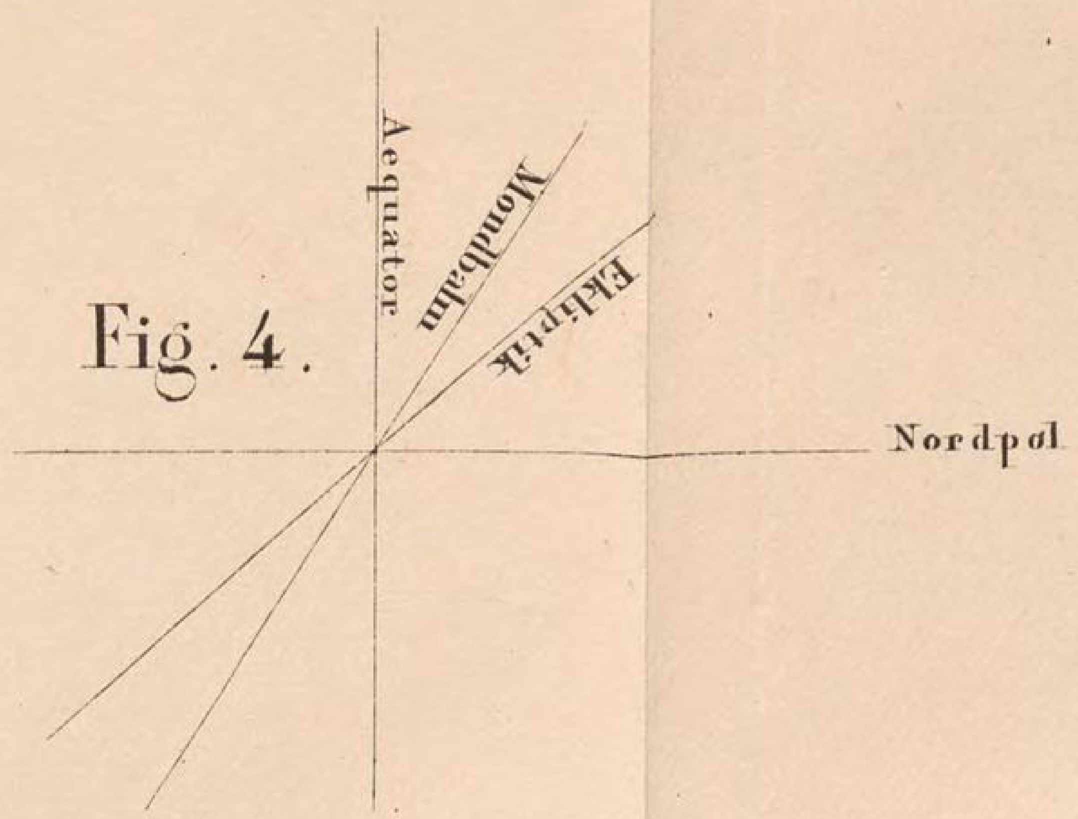


Fig. 4.



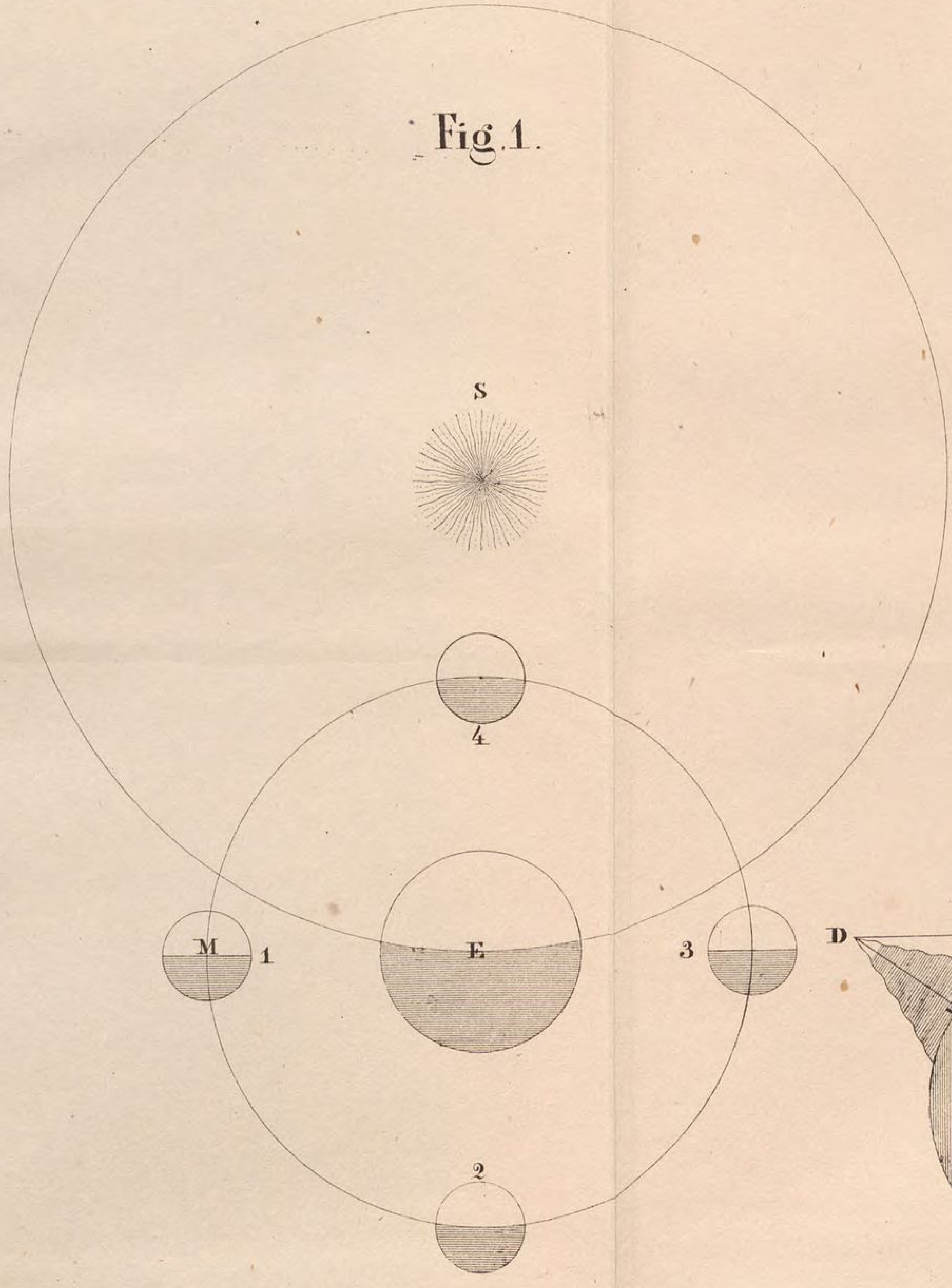


Fig. 1.

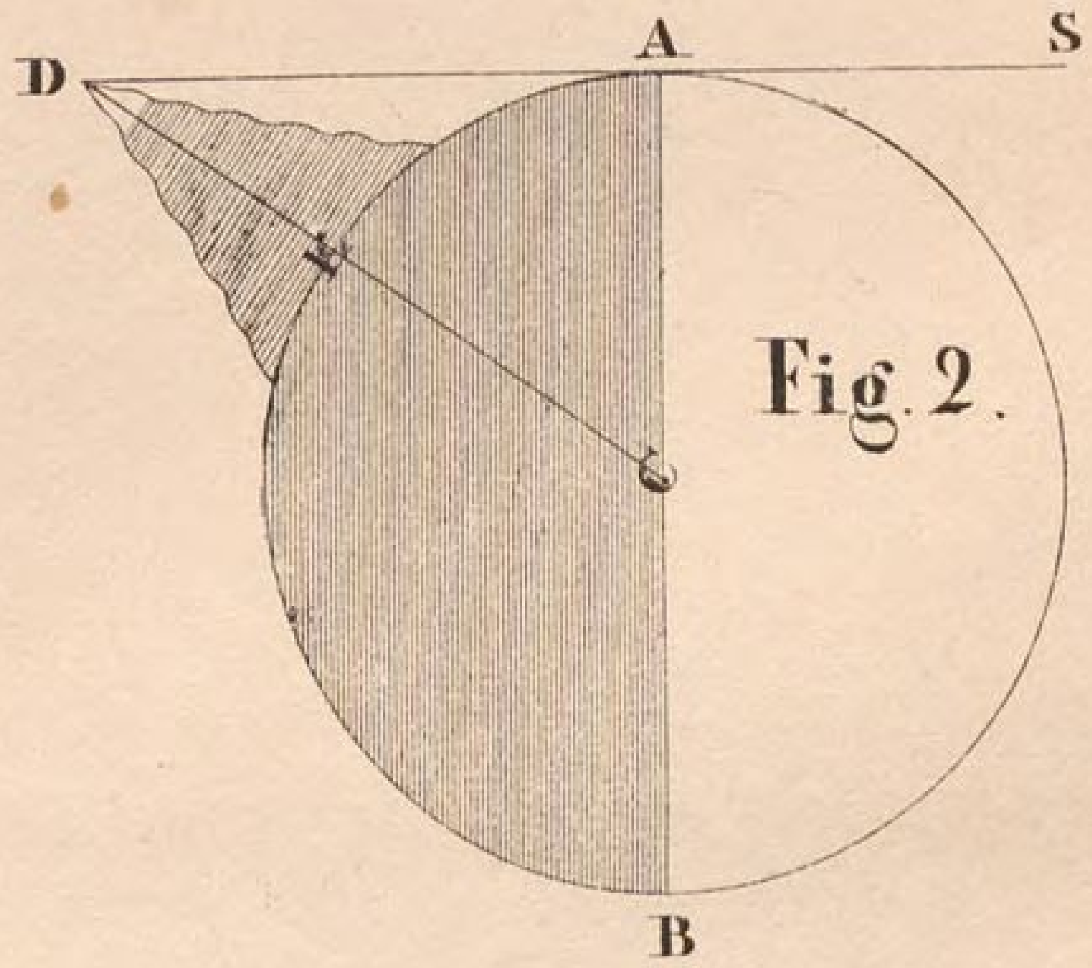


Fig. 2.

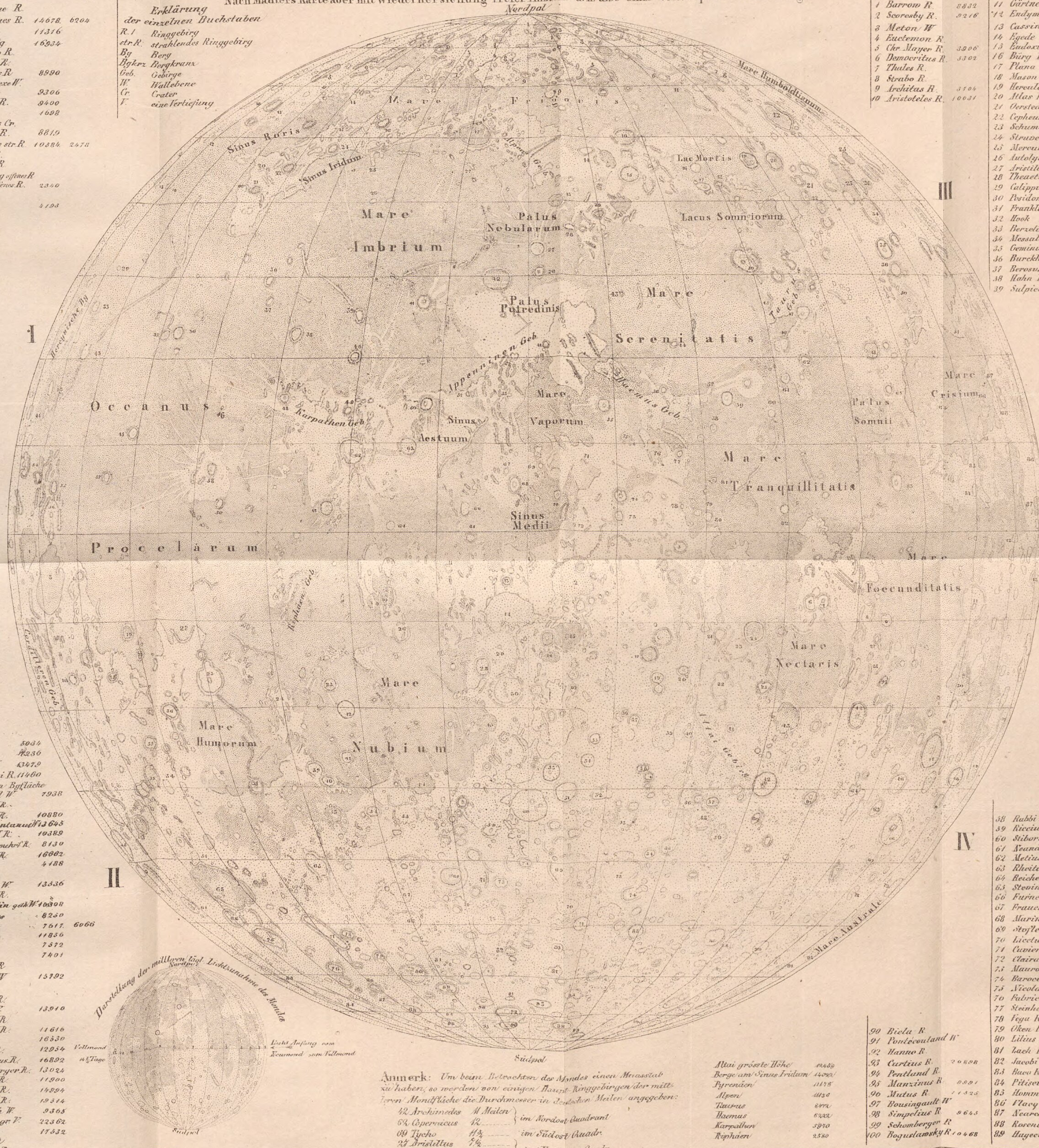
Die sichtbare Seite der MOND-OBERFLÄCHE bei voller Beleuchtung

Nach Mädlers Karte aber mit Wiederherstellung freier Ansicht d.h. also ohne telescopische Umkehrung.

Wo zwei Zahlen bei einigen Ringgebirgen vorkomen, da bezeichnet die zweite die Höhe des Walles über der äußern Umgebung

Erklärung der einzelnen Buchstaben

R. /	Ringgebirg
str. R.	strahlendes Ringgebirg
Bg	Berg
Bgkrz	Bergkranz
Geb.	Gebirge
W.	Wallebene
Cr.	Crater
V.	eine Vertiefung



I

Höhen und Tiefen Angaben in Pariser Fuß

1	Gioja R.		
2	Anaximenes R.	7487.	
3	Philolaus R.	11604	
4	Anaxagores str. R.	8943	
5	Pythagoras W.		
6	Anaximander R.		
7	Fontenelle R.	6372	
8	Epigenes R.		
9	Timäus R		
10	Cleostratus R.		
11	Oenopides R.		
12	Repsold R.		
13	Harpalus R.	14872	2576
14	Horebow R.		
15	Bouguer R.		
16	Condamine R.	3996	2490
17	Plato R.	6810	
18	Gérard R.		
19	Harding R.		
20	Louville R artige V.		
21	Mairan R.	7520	4890
22	Sharp R.	6949	
23	Heraclides Cap	3681	
24	Bianchine R.	7936	
25	Laplace Cap	9022	
26	Helicon R.		
27	Pico Bg.	6624	
28	Lavoisier R		
29	Lichtenberg R.		
30	Delisle R	5586	
31	Cartini Cr		
32	Kirch Cr		
33	Briggs R.		
34	Seleucus R.		
35	Herodot R	4032	
36	Aristarchus str. R.	7058.	2482
37	Diophantus R.		
38	Euler R.	5585	
39	Lampert R.	5580	2289
40	Pytheas R.		
41	Timocharis R.	6786.	3426
42	Archimedes R.	5084	3636
43	Kraft R.		
44	Cardanus R.		
45	Marius R.	4270	
46	Bessarion Cr		
47	Milichius Cr		
48	Mayer R.		
49	Gay Lussac R.		
50	Eratosthenes R.	14678.	6204
51	Wolf Bg.	11316	
52	Huygens Bg	16934	
53	Marco Polo R.		
54	Olbers str. R.		
55	Cavalerius R	8990	
56	Hevel convexe W.		
57	Reiner R.	9306	
58	Kepler str. R.	9400	
59	Enke R.	1698	
60	Hortensius Cr.		
61	Reinhold R.	8819	
62	Copernicus str. R.	10584.	2478
63	Stadius R.		
64	Gambart R.		
65	Sömmering offenes R		
66	Schröter offenes R.	2340	
67	Bode R.		
68	Pallas R.	4193	

II

1	Riccioli W.		
2	Lohrmann R.		
3	Grimaldi W.		
4	Damoiseau R.		
5	Flamsteed Bgkr	3479.	1320
6	Euclides Cr		
7	Landsberg R.	9064.	2802
8	Fra Mauro Bgkr.		
9	Bonpland Bgkr.		
10	Parry R.	1536	
11	Lalande R.		
12	Mösting R.	7062.	1624
13	Herschel R.	8832	
14	Ptolemäus W.	7432	
15	Rocca R.		
16	Crüger R.		
17	Sirsalis doppel R.	9328	
18	Fontana R.		
19	Hansteen R.	3322.	2649
20	Lupus V	4399	
21	Billy R.	3183.	2292
22	Letronne Busen	3015	
23	Gassendi W.	8970	
24	Agatharchides R.	3456	
25	Lubiniezky R.	924	
26	Guerike R.	1926	
27	Davy R.		
28	Alpetragius R.	11291.	3540
29	Alphons W.	6600.	5196
30	Arzachel W	12730	
31	Eichstädt R.		
32	Byrgius R.	6216	
33	Vieta R.	13739	
34	Fourier R	8877	
35	Cavendish R	7038	
36	Mersenius R.	7890	
37	Doppelmayer halb R		
38	Vitello R		
39	Campanus R.	6126	
40	Mercator	4358	
41	Kies R.	2292	
42	Bullialdi R.	8240	
43	Heriodus Bgkr.		
44	Pitatus Bgkr.		
45	Thebit R	7882	
46	Purbach W.	7594	
47	Regiomontanus W.	5264	
48	Bouvard R.		
49	Lagrange W.		
50	Piazzi W.		
51	Lehmann R.		
52	Ramsden R.		
53	Capuanus R.	8022	
54	Cichus grosse V.	7938	4848
55	Wurzelbauer R.	5160	
56	Gauricus V.	8730	
57	Sasserides W.	7415	
58	Hell R.	5034	
59	Levell R.	11236	
60	Walter W.	13479	
61	Inghirami R.	11460	
62	Wargentin Bgfläche		
63	Schickard W.	7938	
64	Drebbel R.		
65	Hainzel R.	10880	
66	Longomontanus W.	13645	
67	Wilhelm I R.	10389	
68	Heinsius mehrf. R.	8130	
69	Tycho str. R.	16662	
70	Street R.	4188	
71	Pictet R		
72	Maginus W.	13536	
73	Sausure R.		
74	Nasireddin gek. W.	10308	
75	Phocylides	8250	
76	Segner R.	7617.	6066
77	Schiller R.	11856	
77	Bayer R.	7572	
79	Rost R	7401	
80	Scheiner R		
81	Clavius W	15792	
82	Deluc R		
83	Hausen R.		
84	Bailly W.	13910	
85	Zuchius R.		
86	Bettinus R.	11616	
87	Kirch R.	16530	
88	Wilson R.	12954	
89	Blancanus R.	16892	
90	Gruemberger R.	13024	
91	Cysatus R.	11900	
92	Moretus R.	14994	
93	Casatus R.	19514	
94	Klaproth W.	9365	
95	Newton gr. V.	22362	
96	Short R.	17532	
97	Cabeus R		
98	Malapert R.		

III

1	Barrow R.	8832	
2	Scoresby R.	9216	
3	Meton W.		
4	Euctemon R.		
5	Chr. Mayer R.	3906	
6	Democritus R.	5302	
7	Thales R.		
8	Strabo R.		
9	Architas R.	3704	
10	Aristoteles R.	10031	
11	Gärtner heller Bgkr.		
12	Endymion dunkle	15690	
13	Cassini R	4098.	3870
14	Egede Geb.		
15	Eudoxus R.	13980	
16	Bürg R.	6372.	4297
17	Plana R.		
18	Mason R.	5705.	3336
19	Hercules R.	10209	
20	Atlas R.	10261	3462
21	Oersted R		
22	Cepheus R.	8588	
23	Schumacher R.		
24	Struve		
25	Mercurius R.		
26	Autolycus R.	8457.	4485
27	Aristillus R.	10464	4750
28	Theaetus R.	7004.	3312
29	Calippus R.	7230	
30	Posidonius W.	5346.	2976
31	Franklin R.	7436	
32	Hook		
33	Berzelius R		
34	Messala R.	3360	
35	Geminus R.	11577	
36	Burckhardt R.	13672	
37	Berosus R.	10722	
38	Hahn R.	9095	
39	Sulpicius Gallus R		
40	Bradley Bg.	12630	
41	Conon R.	14208	
42	Hadley Bg.		
43	Linne Cr.		
44	Bessel R.	3606	1494
45	Le Monie	8475	
46	Littrow R.		
47	Römer R.	10864	
48	Macrobius R.	14409	
49	Tralles R.	8262	
50	Cleomedes W.	8194	
51	Eimmart R.	9683	
52	Oriani R.		
53	Seneca R.		
54	Plutarch R		
55	Manilius R	7223	
56	Menelaus R.	6164	
57	Acherusia Cap	4536	
58	Ross R.		
59	Plinius R.	5904	
60	Jansen R.		
61	Vitruvdis R.	4 27	
62	Maraldi R		
63	Proclus str. R	7790	
64	Picard R.	4982	2867
65	Azout	5300	
66	Agarum Cap		
67	Alhazen hoher Bg		
68	Hansen R		
69	Uckert R.		
70	Triesnecker R.	5086	
71	Hyginus Cr.		
72	Rhäticus R		
73	Godin R.	6780	
74	Agrippa R.	6342	
75	Roscovich R.		
76	Julius Caesar R.	5082	
77	Sosigenes R.		
78	Dionysius R.		
79	Ritter R.	3718	
80	Sabine R.	2485	
81	Arago R.	5022	
82	Maskelyne R.	4362	
83	Taruntius R.	3272	
84	Apollonius R.	5100	
85	Firmicus R.	4638	
86	Neper W		
87	Schubert R.		

IV

1	Reaumur Bgkr.	
2	Hipparchus W.	
3	Delambre R.	14046
4	Hypatia R	6904
5	Torricelli R.	
6	Isidor R.	9005
7	Capella R	9504
8	Guttenberg R	
9	Godenius R.	4386
10	Messier Cr	5256
11	Langrenus W.	11610
12	Maclaurin R.	
13	Kästner W.	
14	Parrot R.	
15	Albategnius W.	13943
16	Airy R	
17	Albufeda R.	9600
18	Geber R.	8112
19	Almanon R.	5724
20	Tacitus R.	9762
21	Kant R.	
22	Catharina W	15423
23	Cyrillus W.	
24	Theophilus W.	14939
25	Beaumont R.	5778
26	Bohnenberger R.	
27	Magelhaens R.	
28	Colombo R.	7540
29	Cook R.	2959
30	Vendelinus W.	5046
31	Ansgarius R.	
32	Lacaille	
33	Werner R.	14658
34	Apianus R.	8787
35	Playfair R.	11290
36	Abnezra R.	10254
37	Azophi R.	13644
38	Pontanus R.	
39	Sacrobosco W.	11285
40	Fermat R.	
41	Polybius R.	7278
42	Piccolomini R.	14574
43	Frascator Busen	7988
44	Santbeck R.	12894
45	Borda R.	10338
46	Snelius R.	6430
47	Petavius W.	10138
48	Legendre R.	7627
49	W. Humbold W.	
50	Hecatäus W.	
51	Aliacensis R.	13624
52	Poison R.	6888
53	Gemu Frisius R.	12766
54	Buch R.	
55	Büsching R.	4218
56	Zagut R.	
57	Lindenau R.	
58	Rabbi Levi R.	
59	Riccius R.	
60	Stiborius R.	11343
61	Neander R.	7476
62	Metius R.	12372
63	Rheita R.	13464
64	Reichenbach R.	10996
65	Stevinus R.	10782
66	Furnerius W.	10100
67	Frauenhofer R	
68	Marinus R.	
69	Stofler W.	10950
70	Licetus W.	12766
71	Cuvier R.	11272
72	Clairaut R.	
73	Maurolicus W.	13314
74	Barocius R.	11366
75	Nicolai R.	5874
76	Fabricius R	7818
77	Steinheil doppelt R	11046
78	Vega R.	
79	Oken R.	
80	Lilius R.	9286
81	Zach R.	11414
82	Jacobi R.	9684
83	Baco R.	11616
84	Pitiscus R.	9463
85	Hommel R.	
86	Vlacq R.	9762
87	Nearch R.	
88	Rosenberger R.	
89	Hagecius R.	
90	Biela R.	
91	Pontécouland W.	
92	Hanno R.	
93	Curtius R.	20898
94	Pentland R.	
95	Manzinus R.	8991
96	Mutus R.	11525
97	Bousingault W.	
98	Simpelius R.	9645
99	Schomberger R.	
100	Boguslawsky R.	10468

Anmerk: Um beim Betrachten des Mondes einen Maasstab zu haben, so werden von einigen Haupt-Ringgebirgen der mittleren Mondfläche die Durchmesser in deutschen Meilen angegeben:

42 Archimedes	11 Meilen	im Nordost Quadrant
62 Copernicus	12	im Nordost Quadrant
69 Tycho	11¾	im Südost Quadr.
27 Aristillus	7½	im Nordwest-Quadr.
59 Plinius	7	im Nordwest-Quadr.
17 Abulfeda	8½	im Südwest-Quadr.
33 Werner	9¾	im Südwest-Quadr.

Altai grösste Höhe	12459
Berge am Sinus Iridum	14092
Pyrenäen	11178
Alpen	11130
Taurus	8472
Haemus	6222
Karpathen	5970
Riphäen	2580

Taf. VIII. 2ter Band.

Fig. 1.

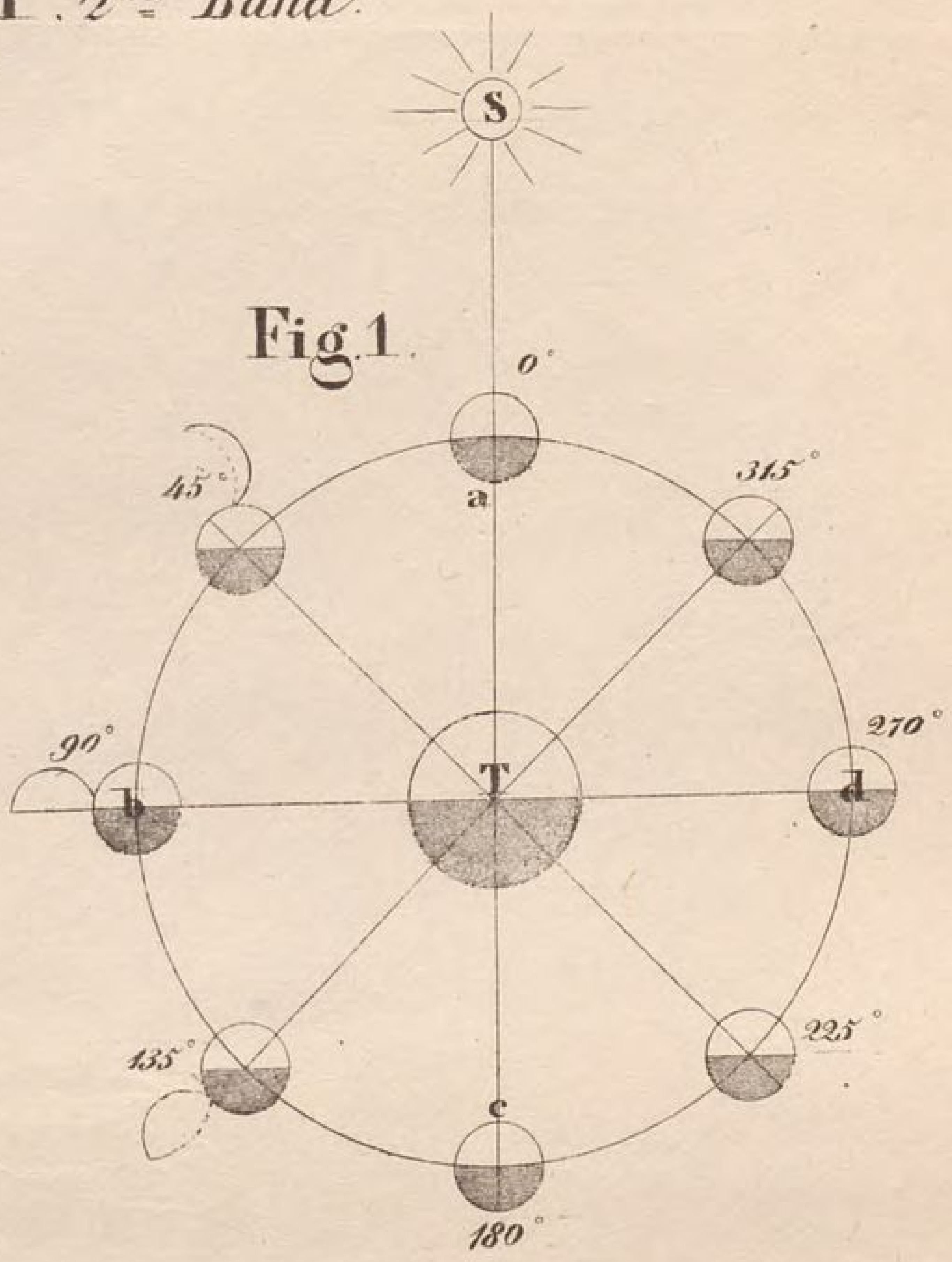
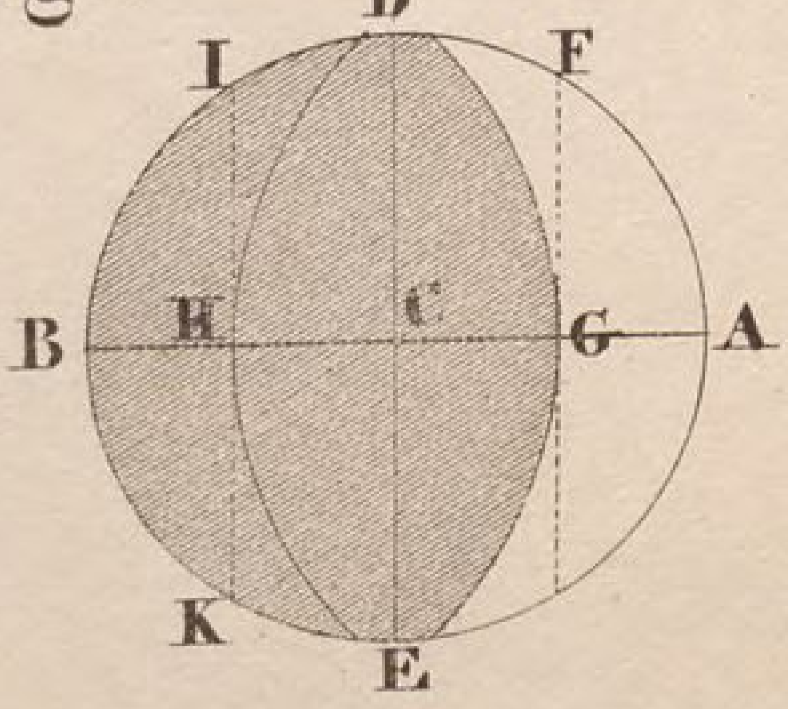


Fig 2



Taf. IX.

Fig. 6.

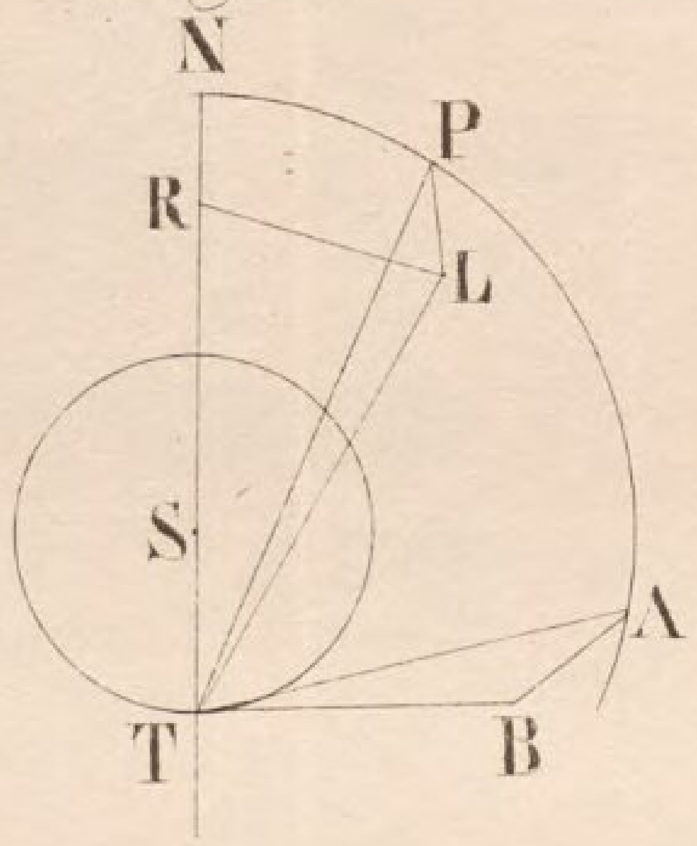
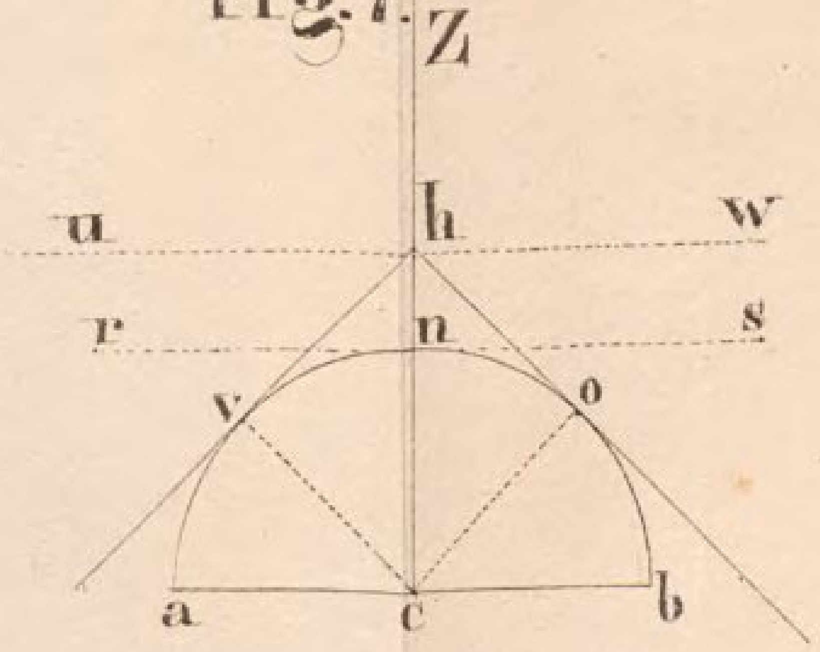


Fig. 7.



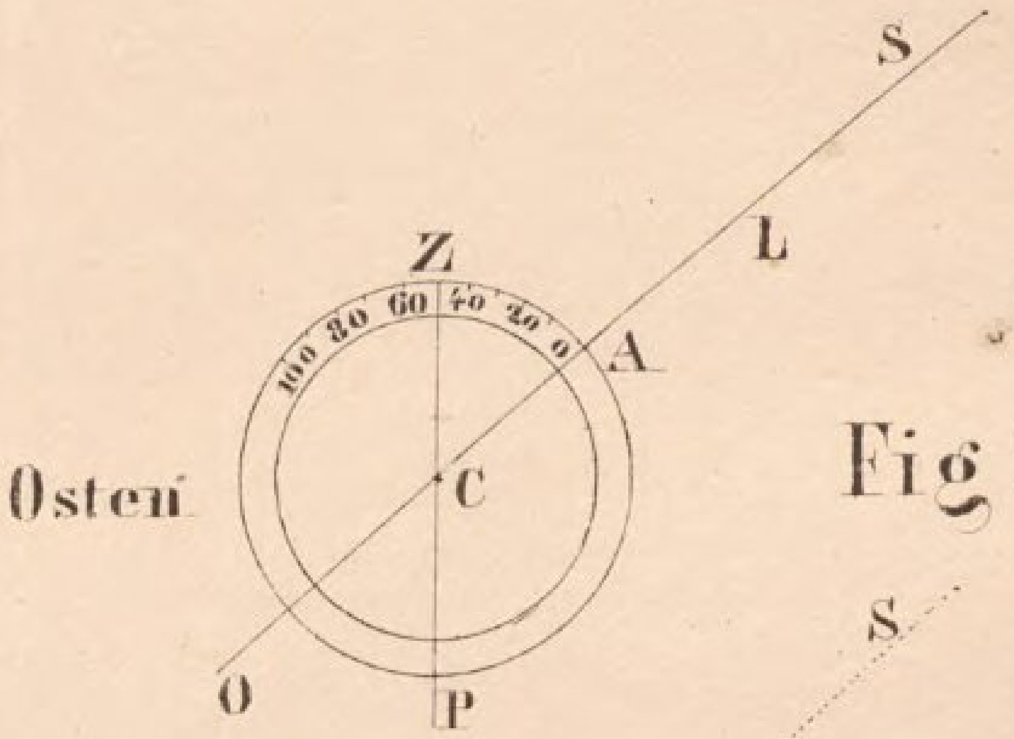


Fig 2

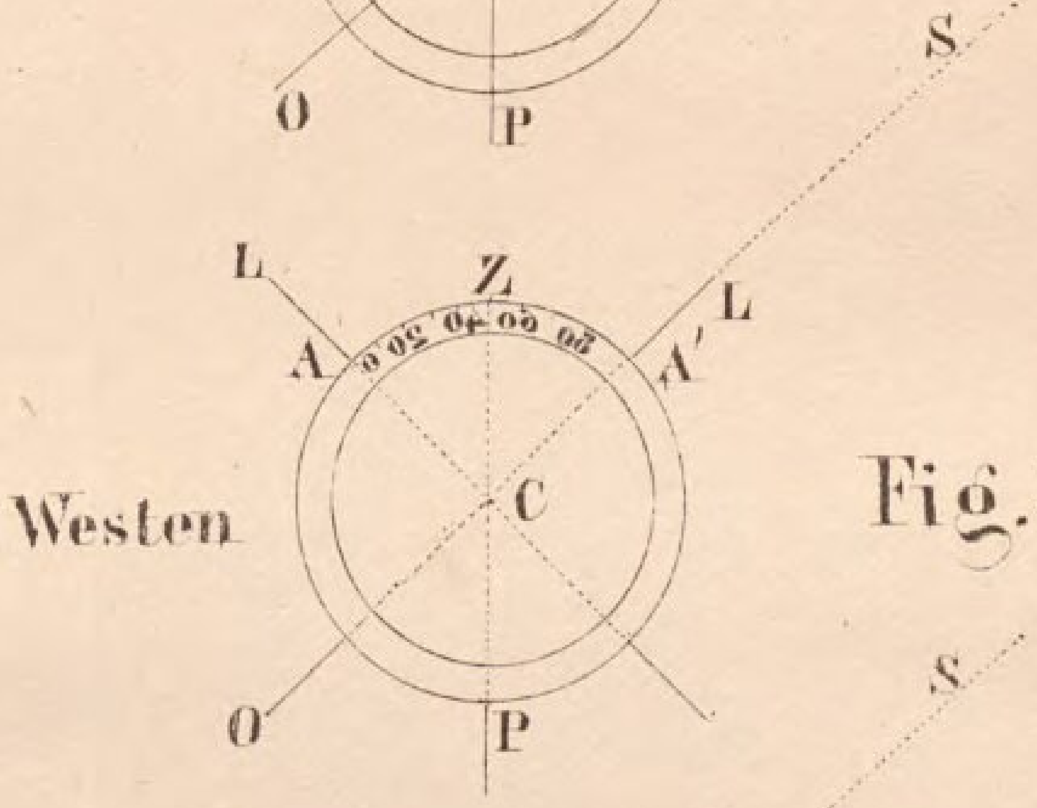
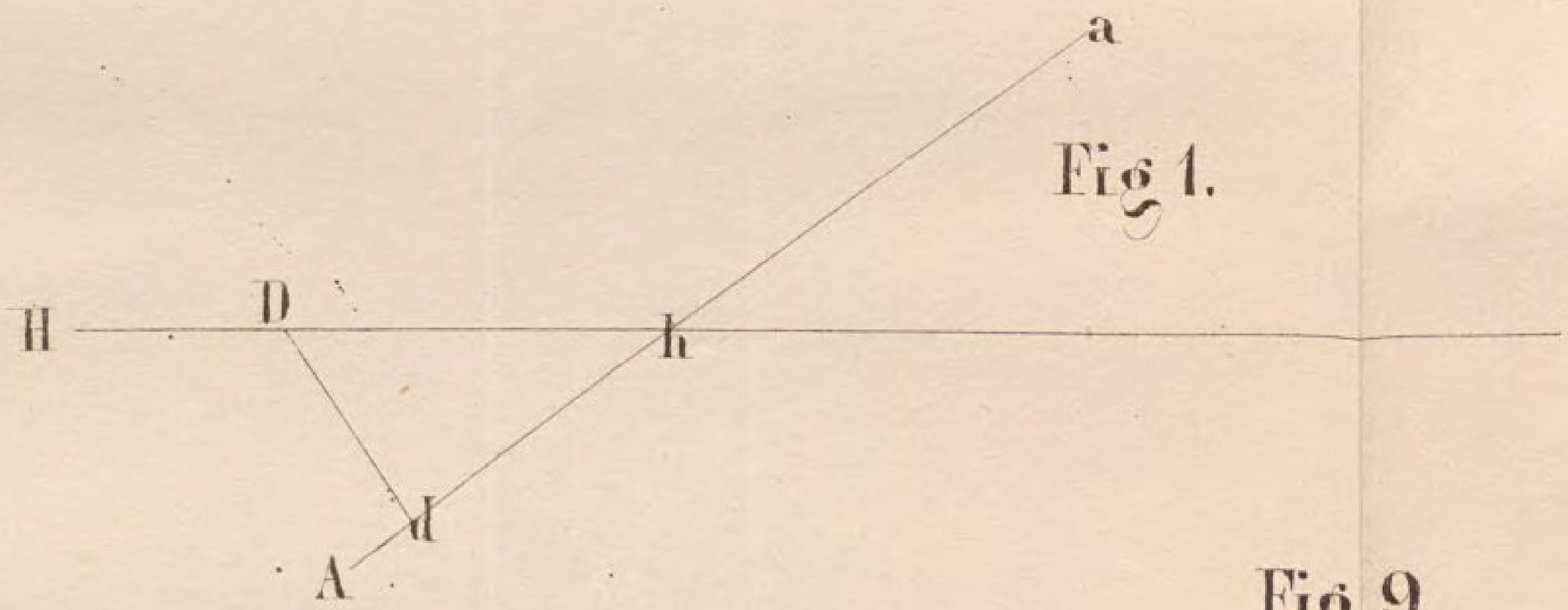


Fig. 3.

Fig 1.



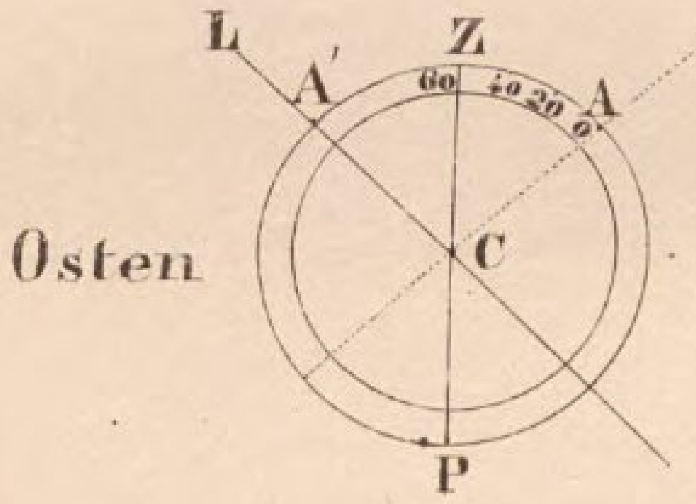


Fig. 4

Fig. 8.

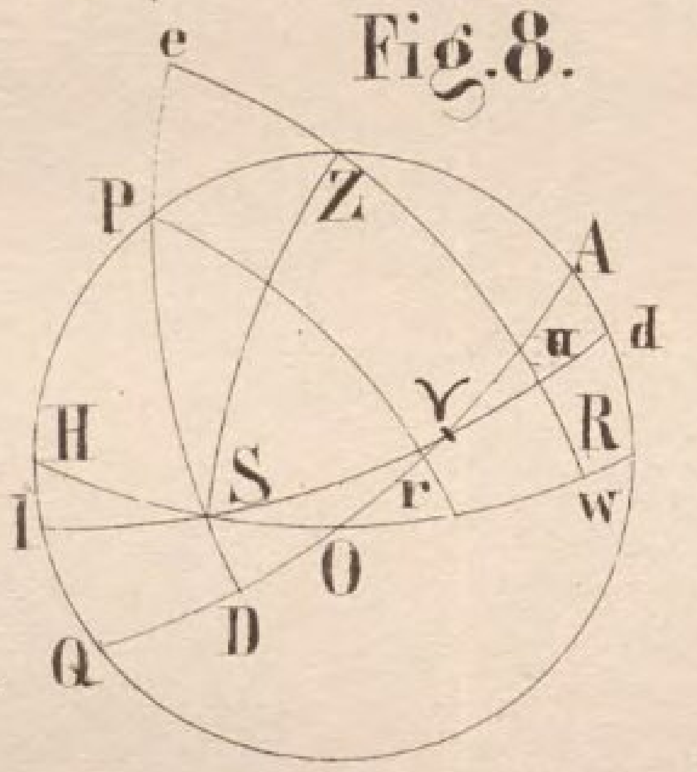
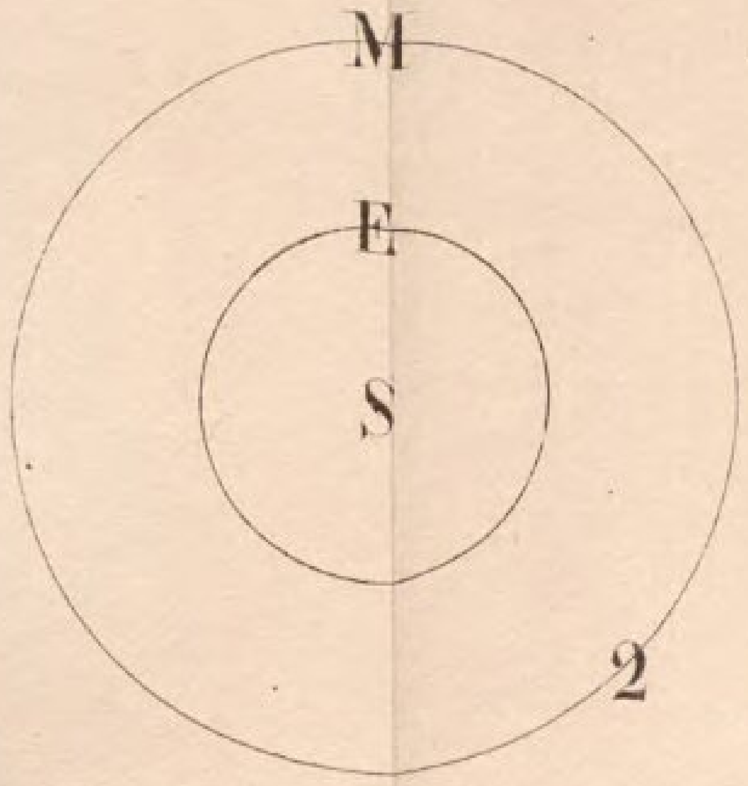


Fig. 9.



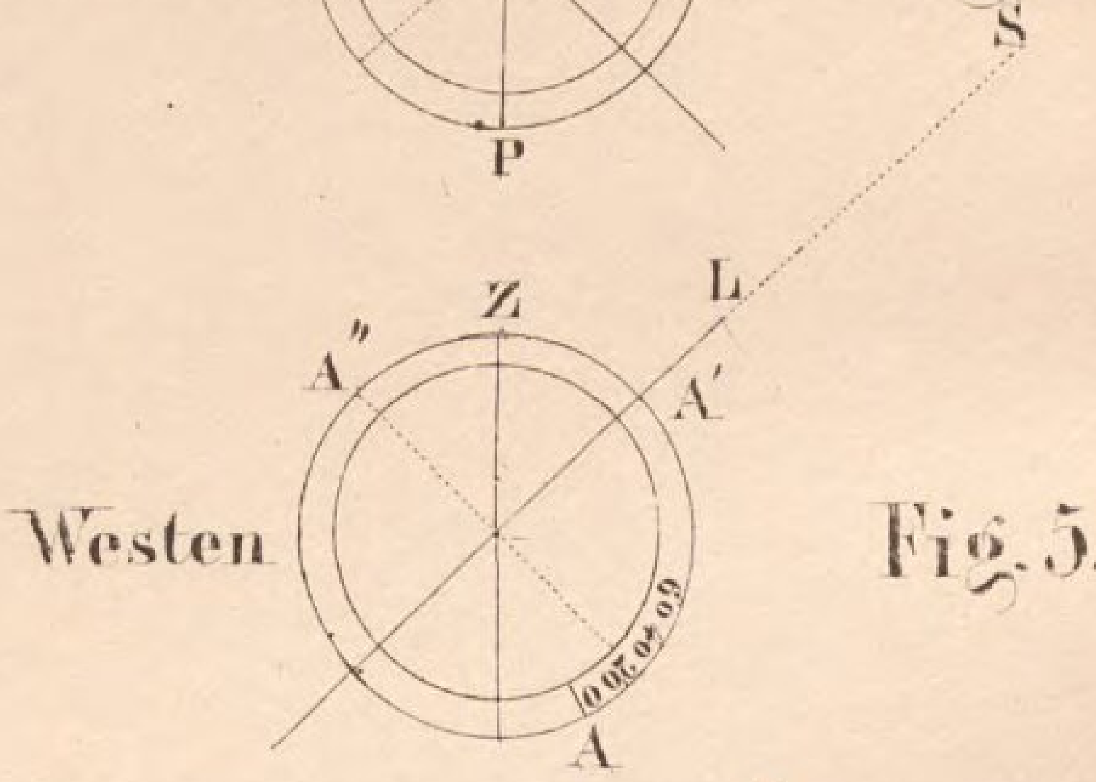


Fig. 5.

Taf. X.

Fig. 1.

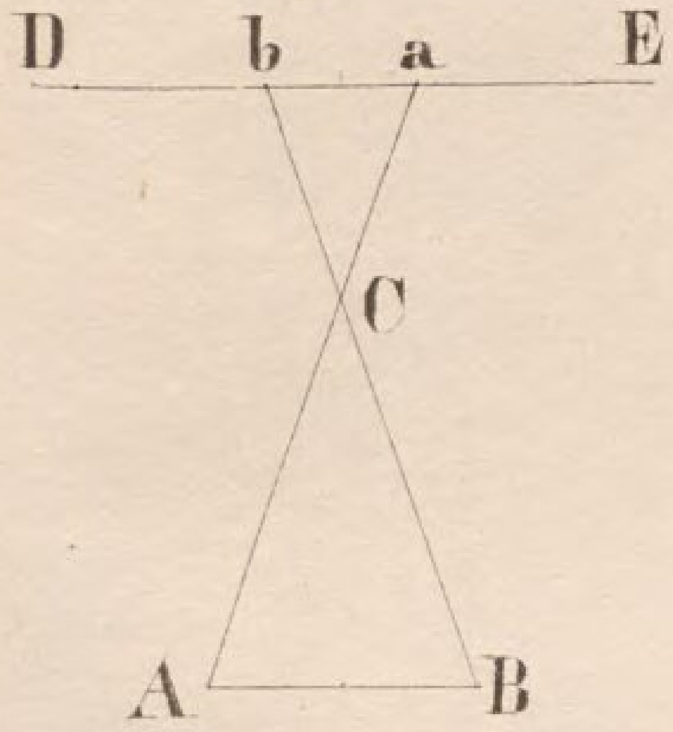


Fig. 2.

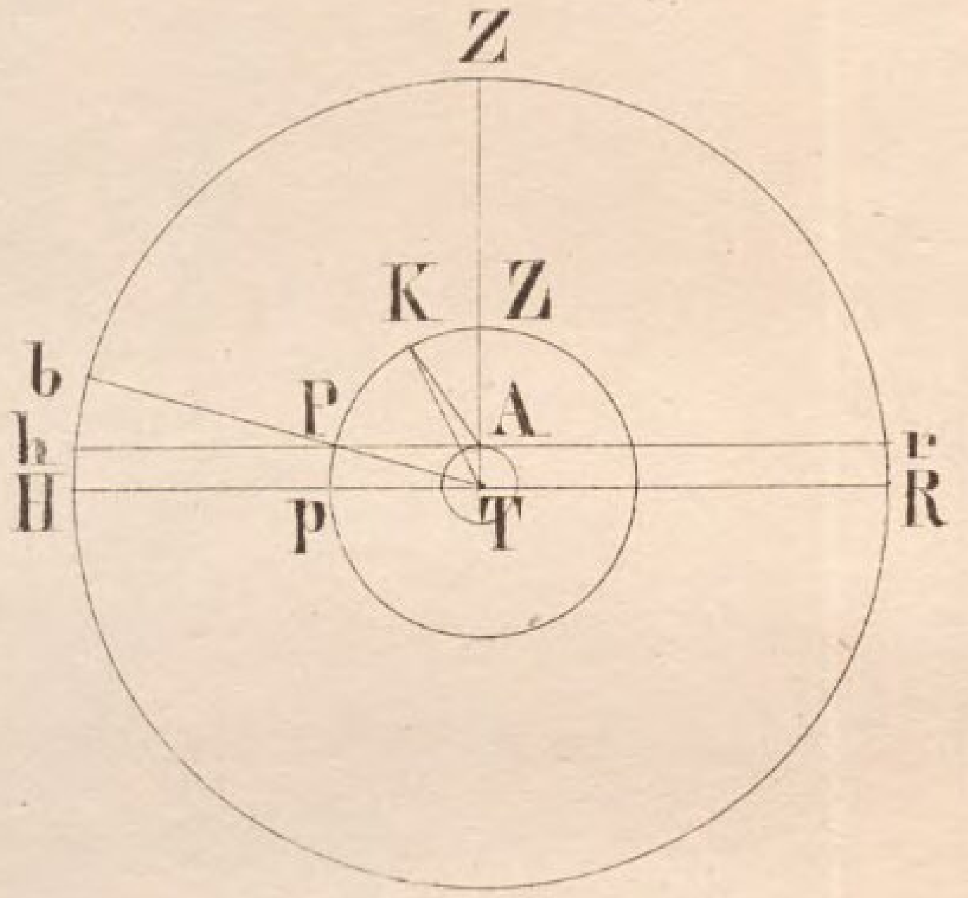


Fig. 3.

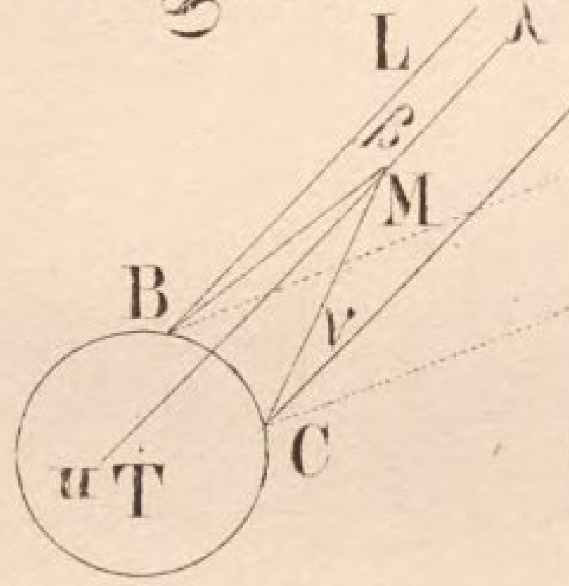


Fig. 4.

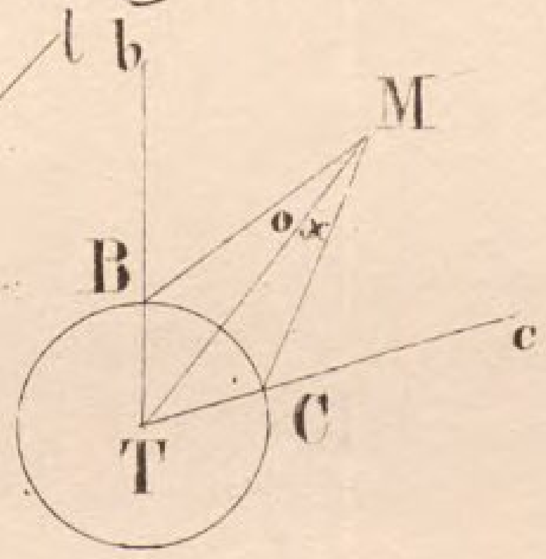


Fig. 5.

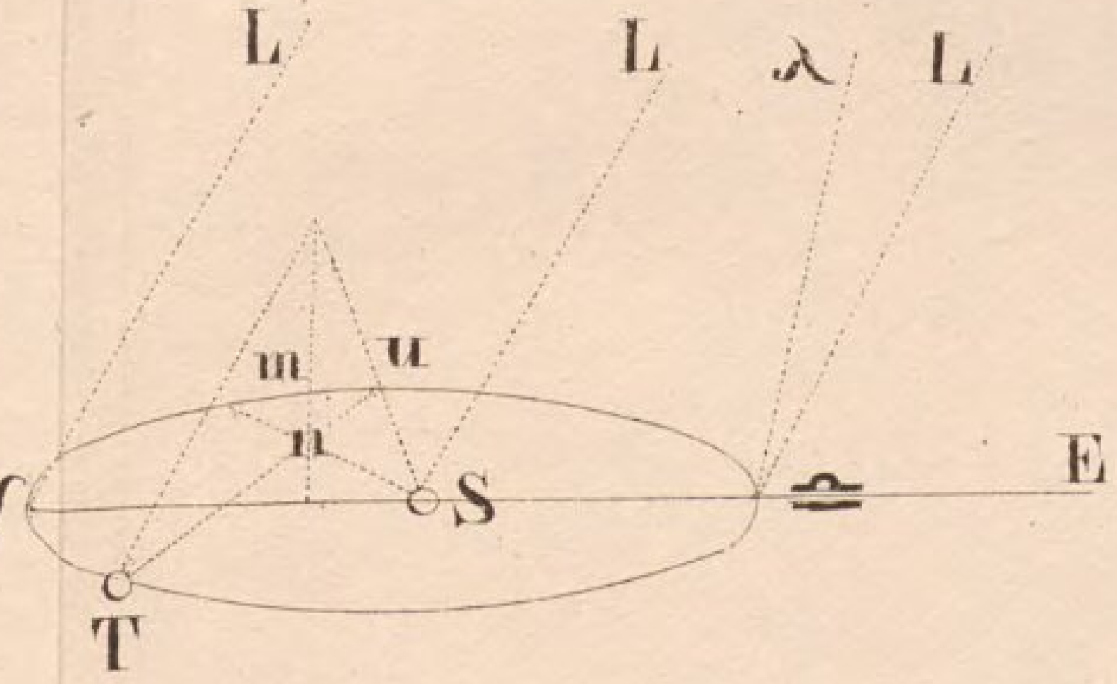
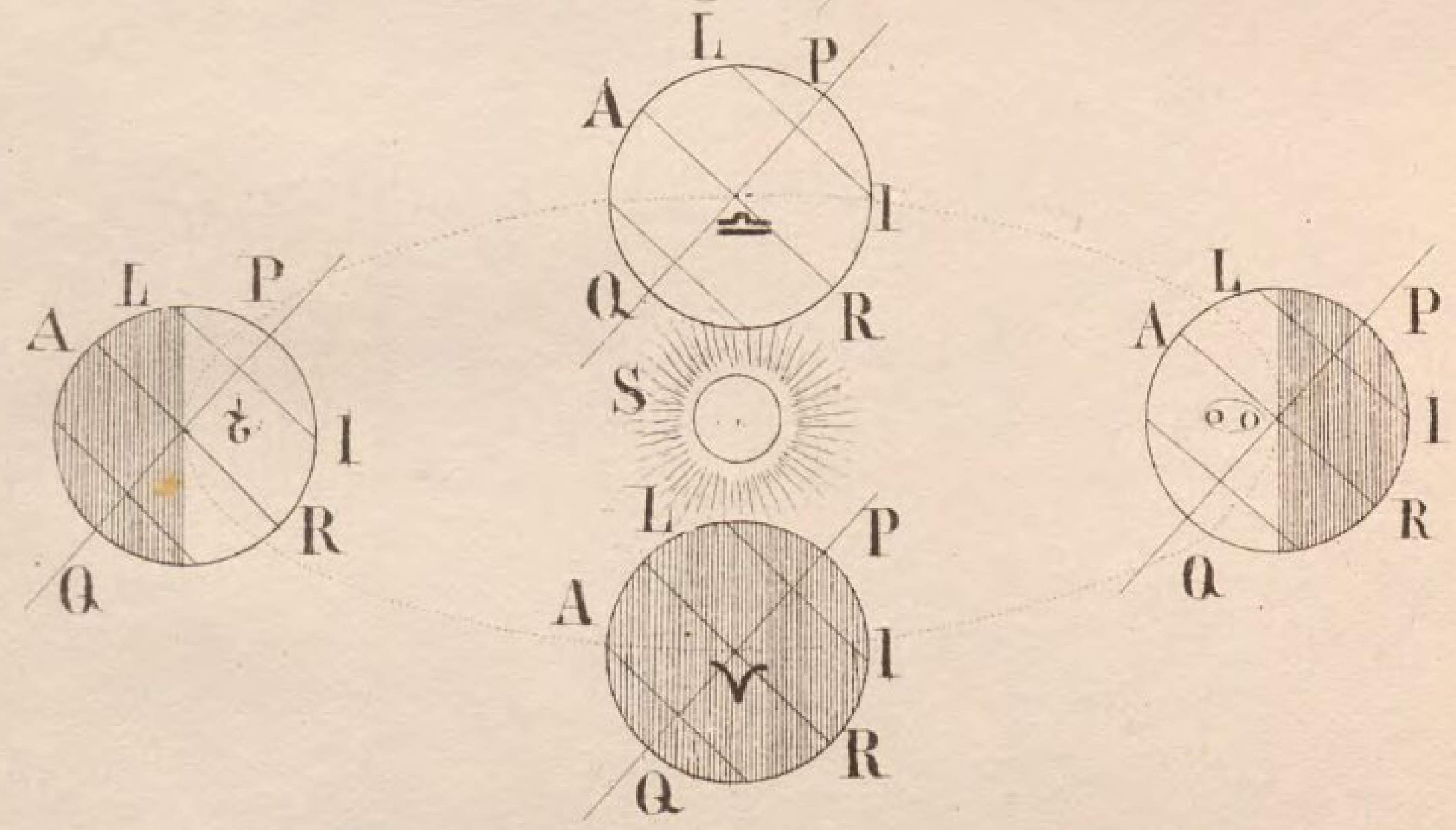


Fig. 6.



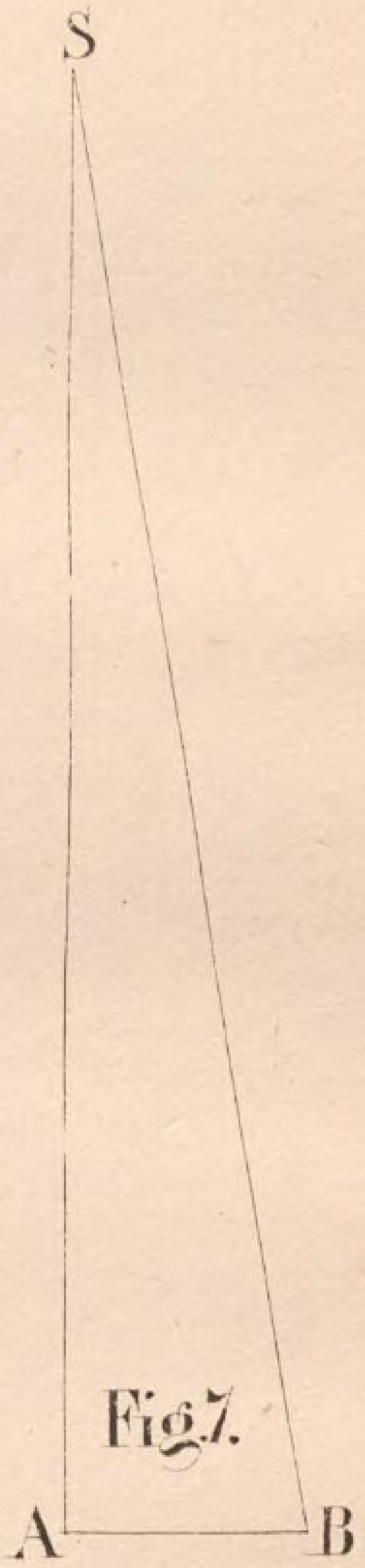


Fig. 7.

Taf. XI.

Fig. 1.

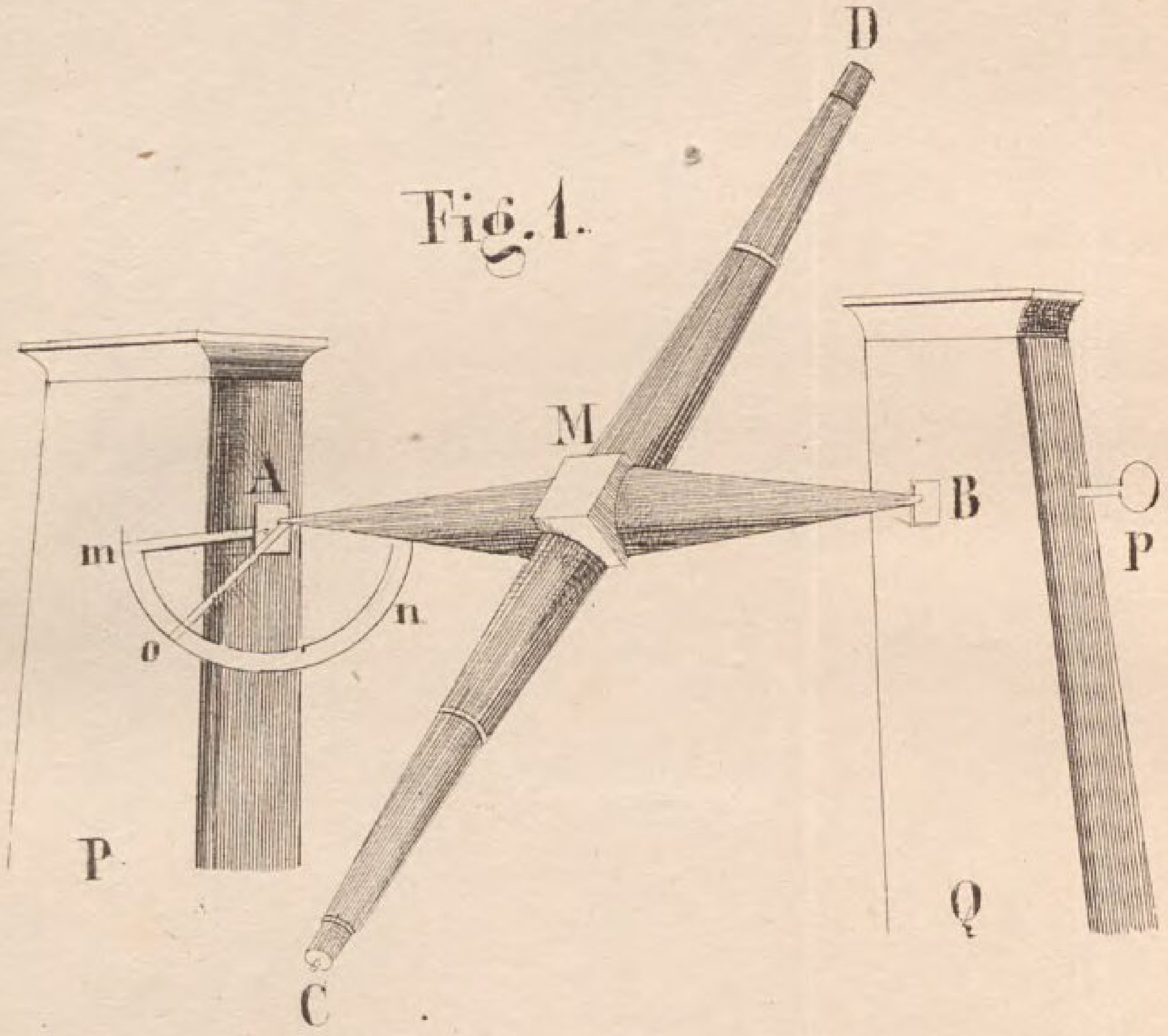


Fig. 2.

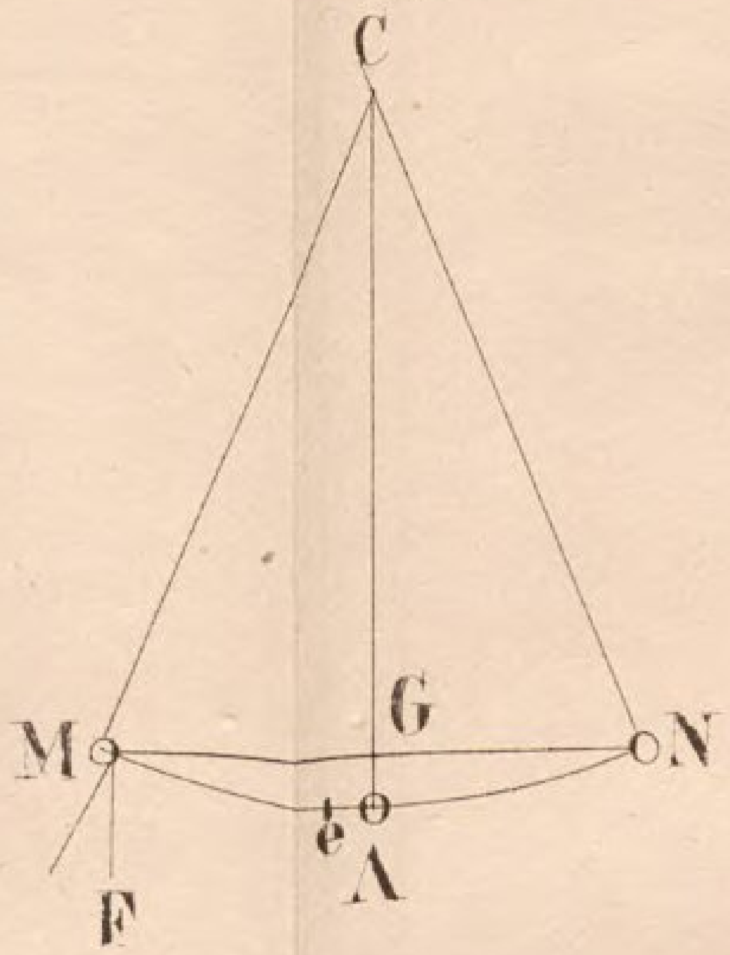


Fig. 3.

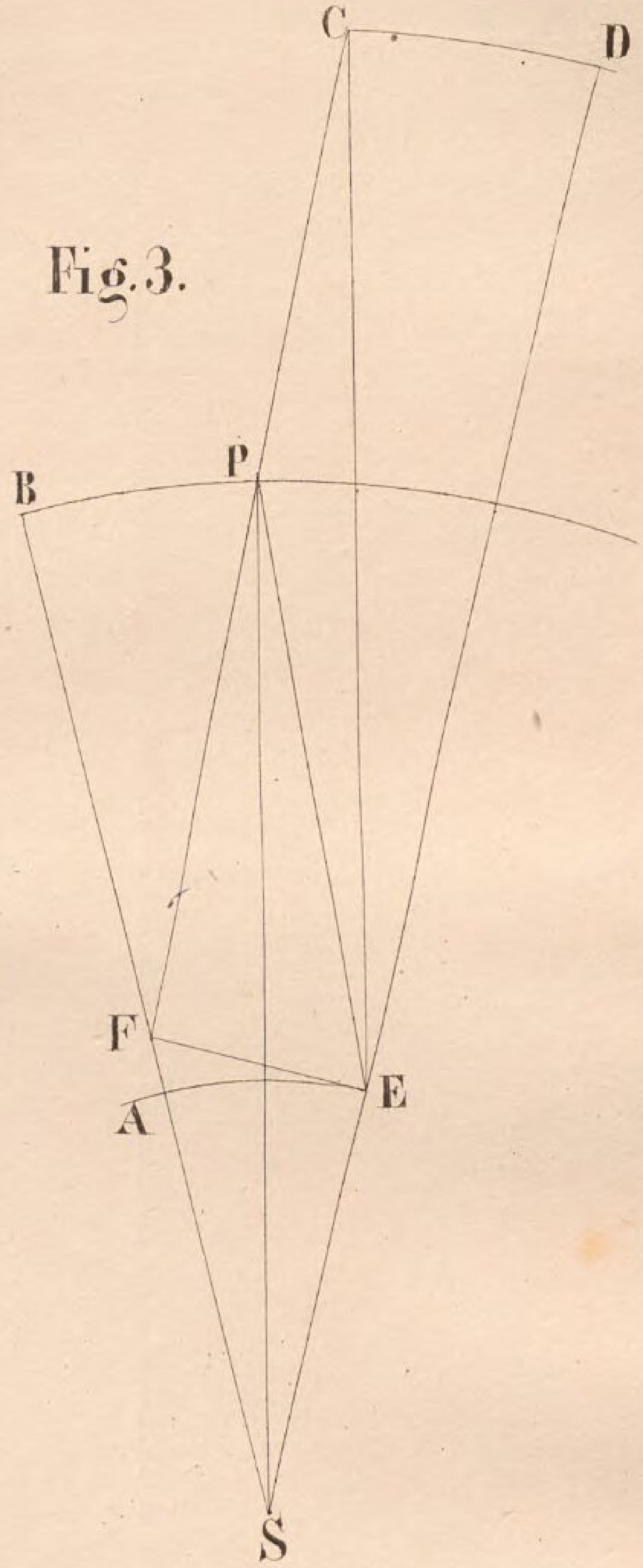


Fig. 4.

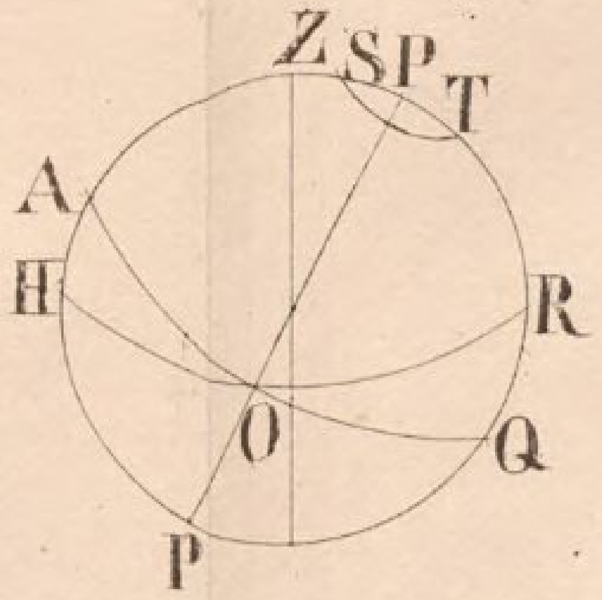


Fig. 1.

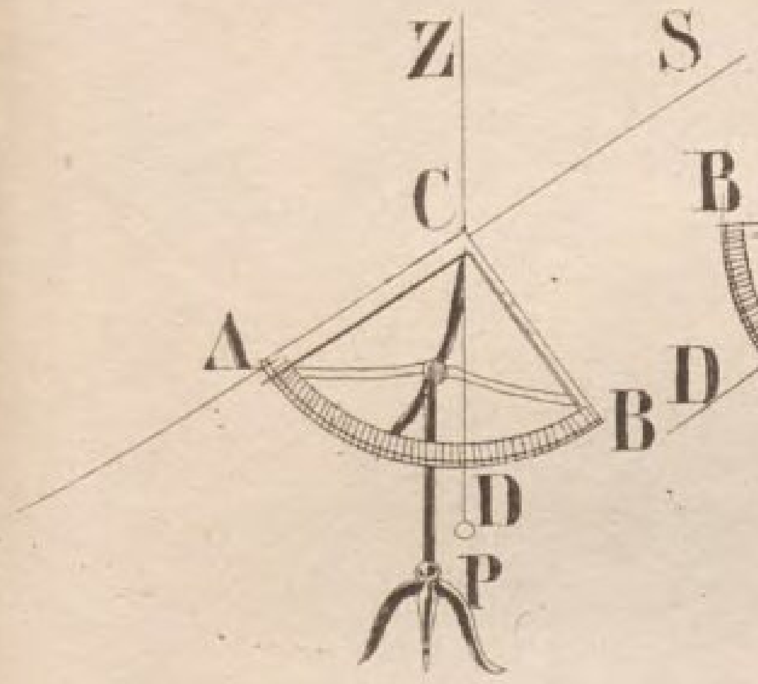


Fig. 2.

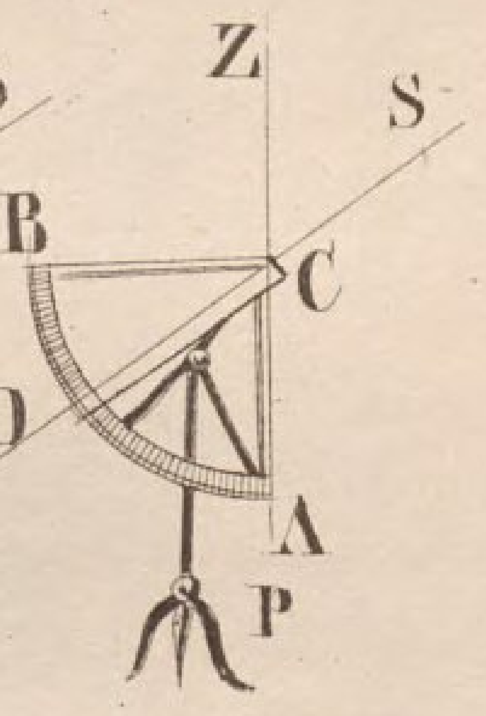


Fig. 3.

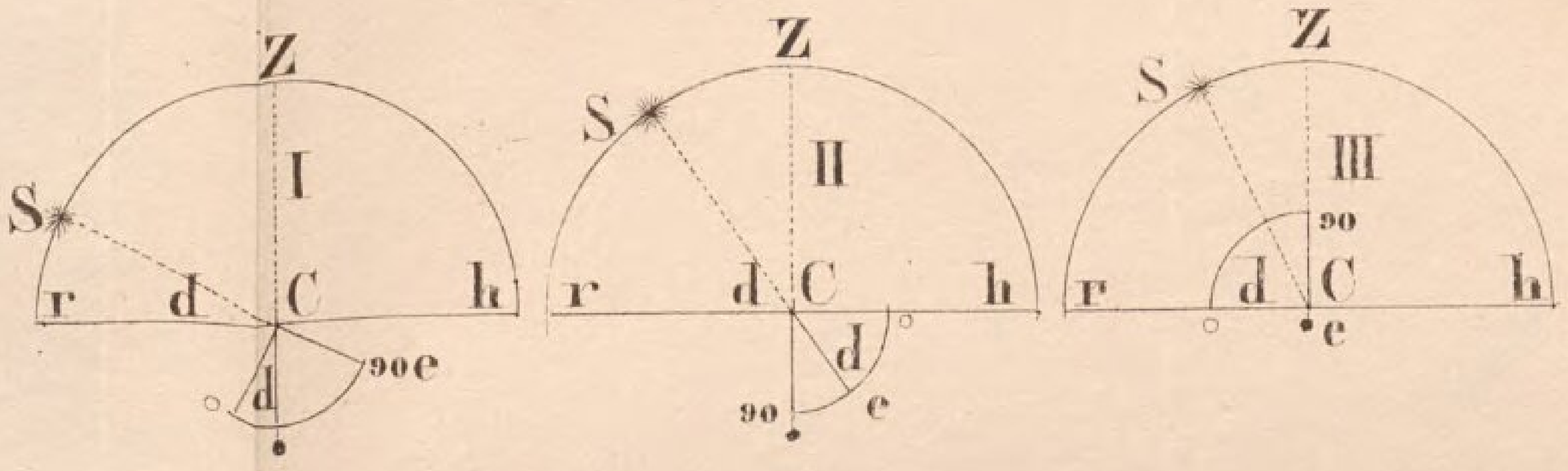


Fig. 4.

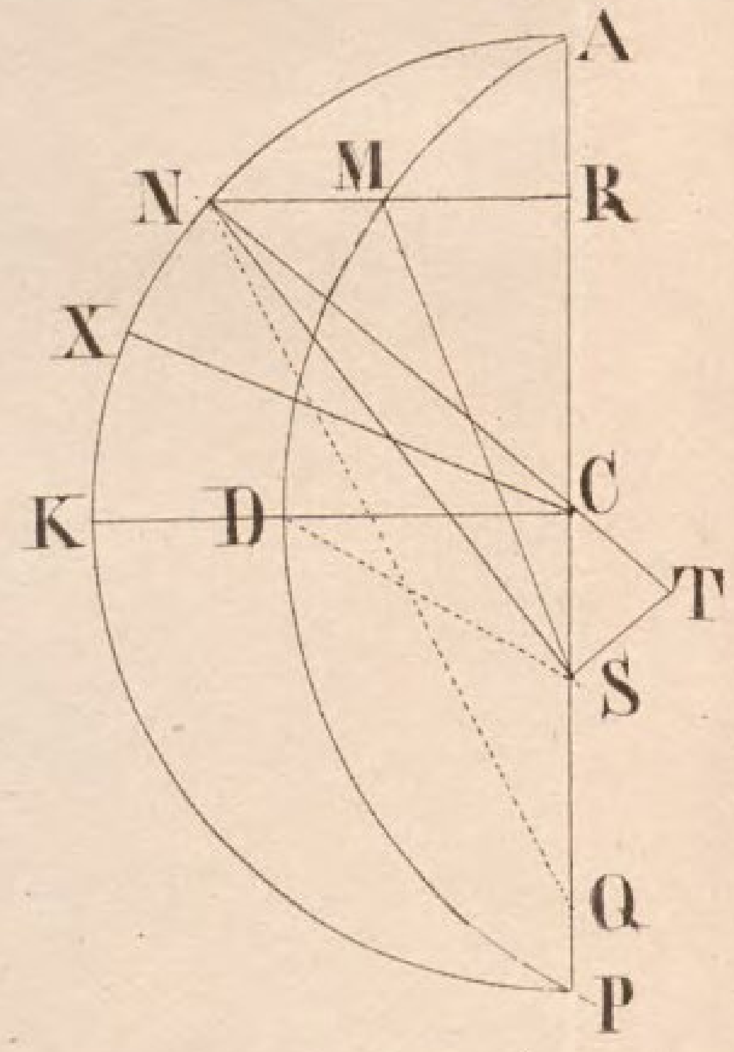


Fig. 5.

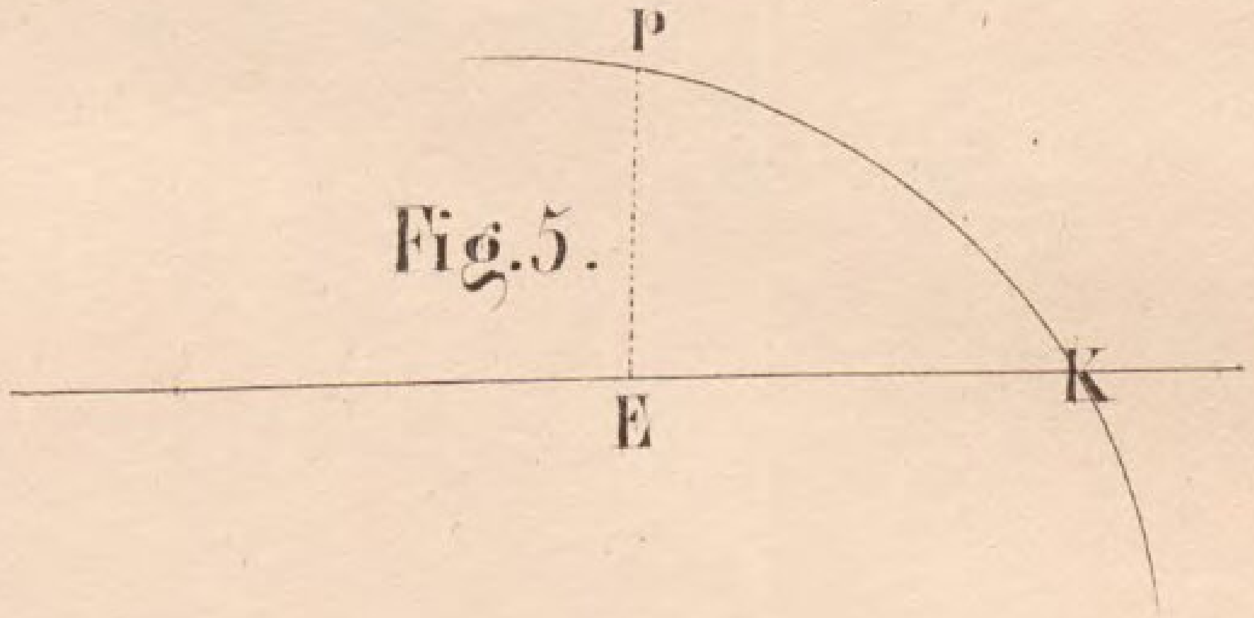


Fig. 1.

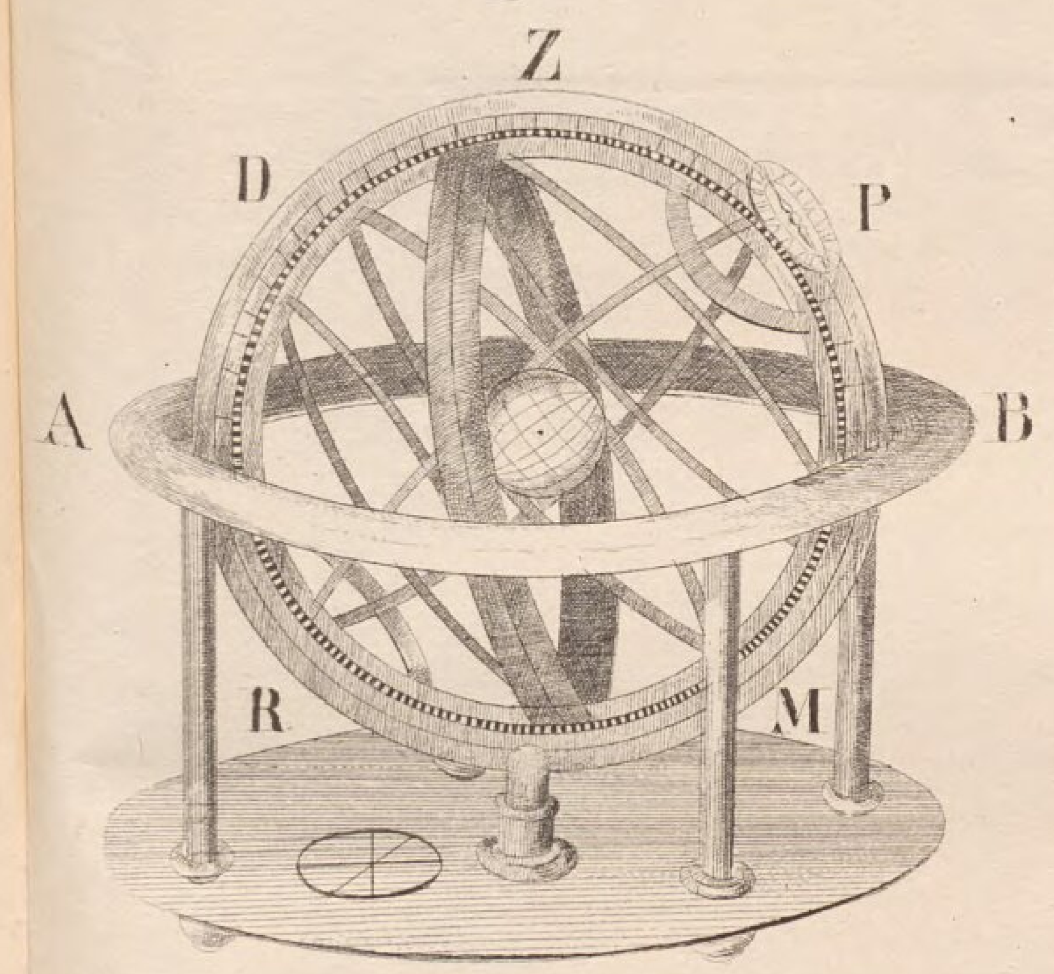


Fig. 2.

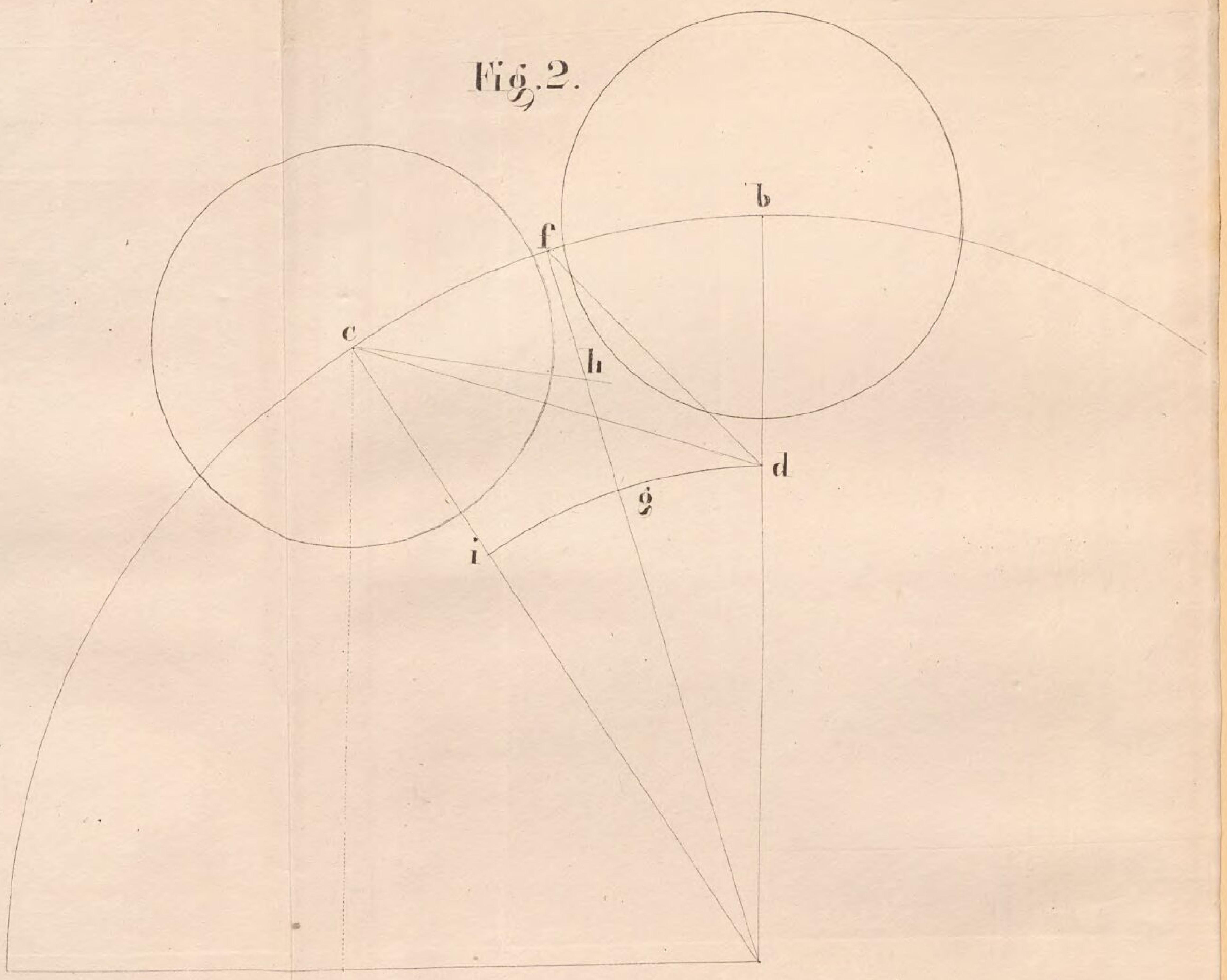
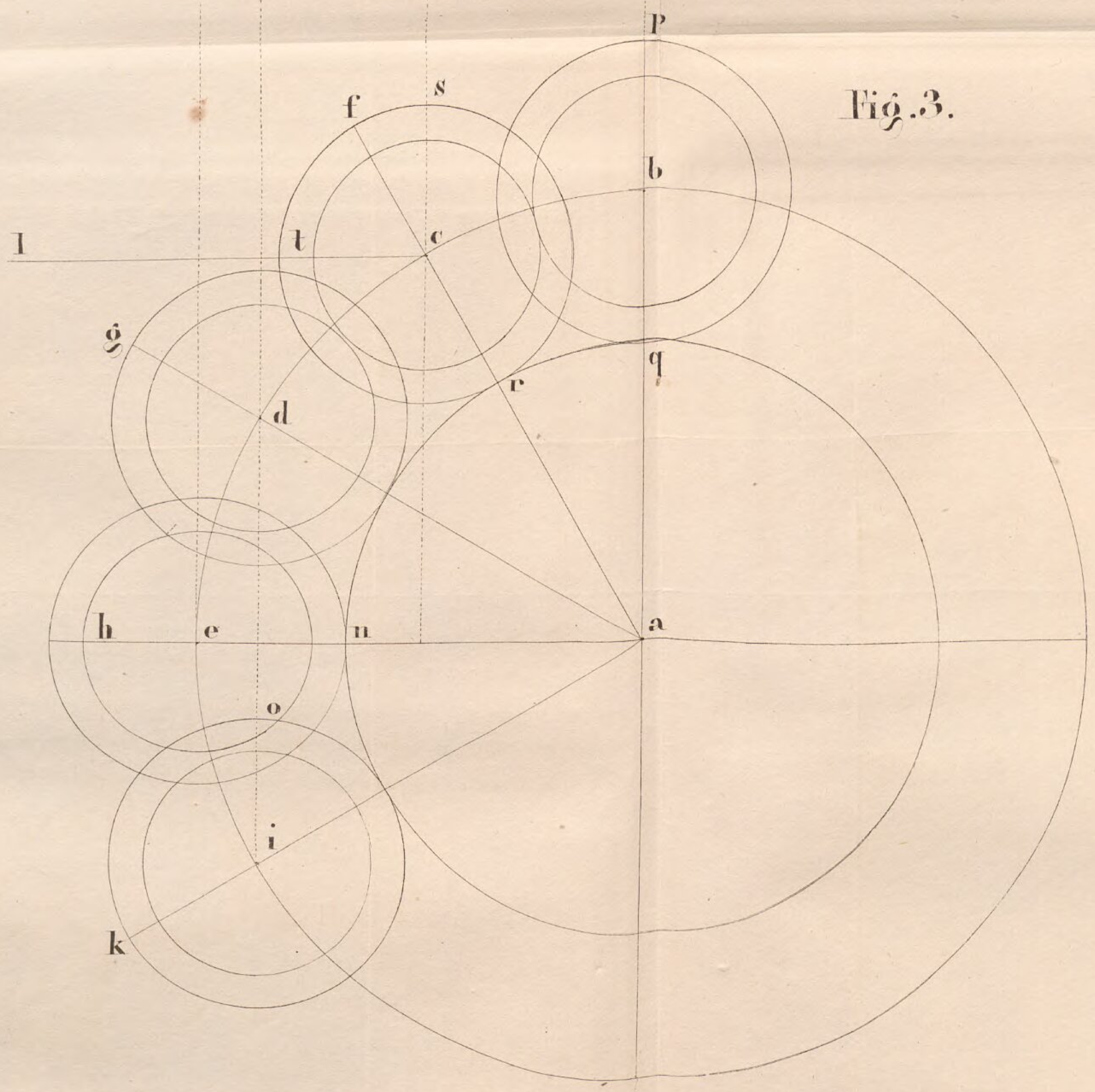
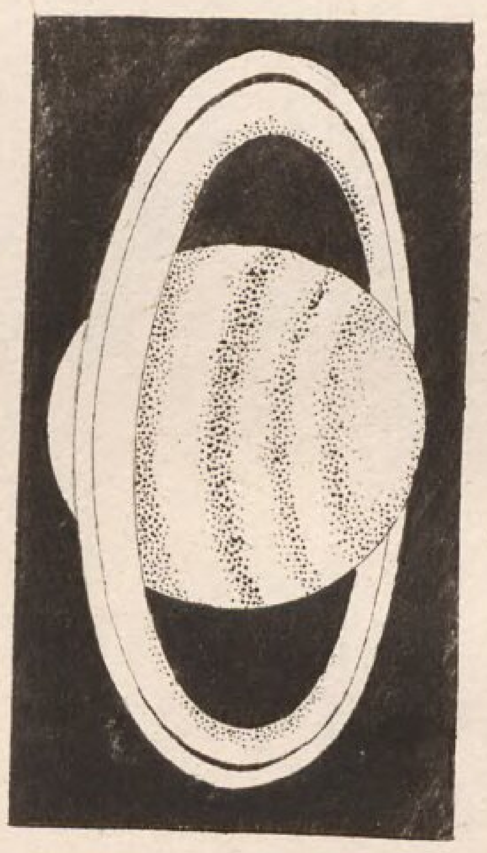


Fig. 3.



Taf. XIV.

Fig. 1.



zu Fig. 1.

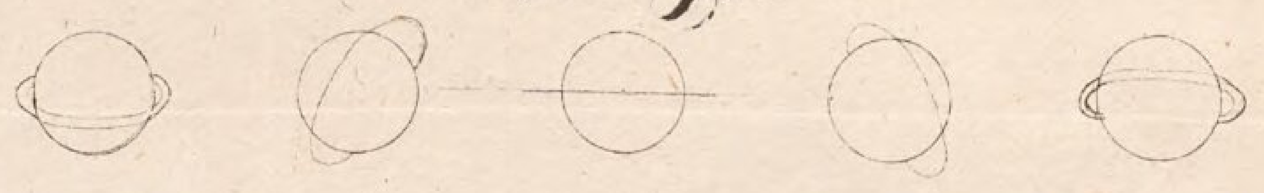


Fig. 2.

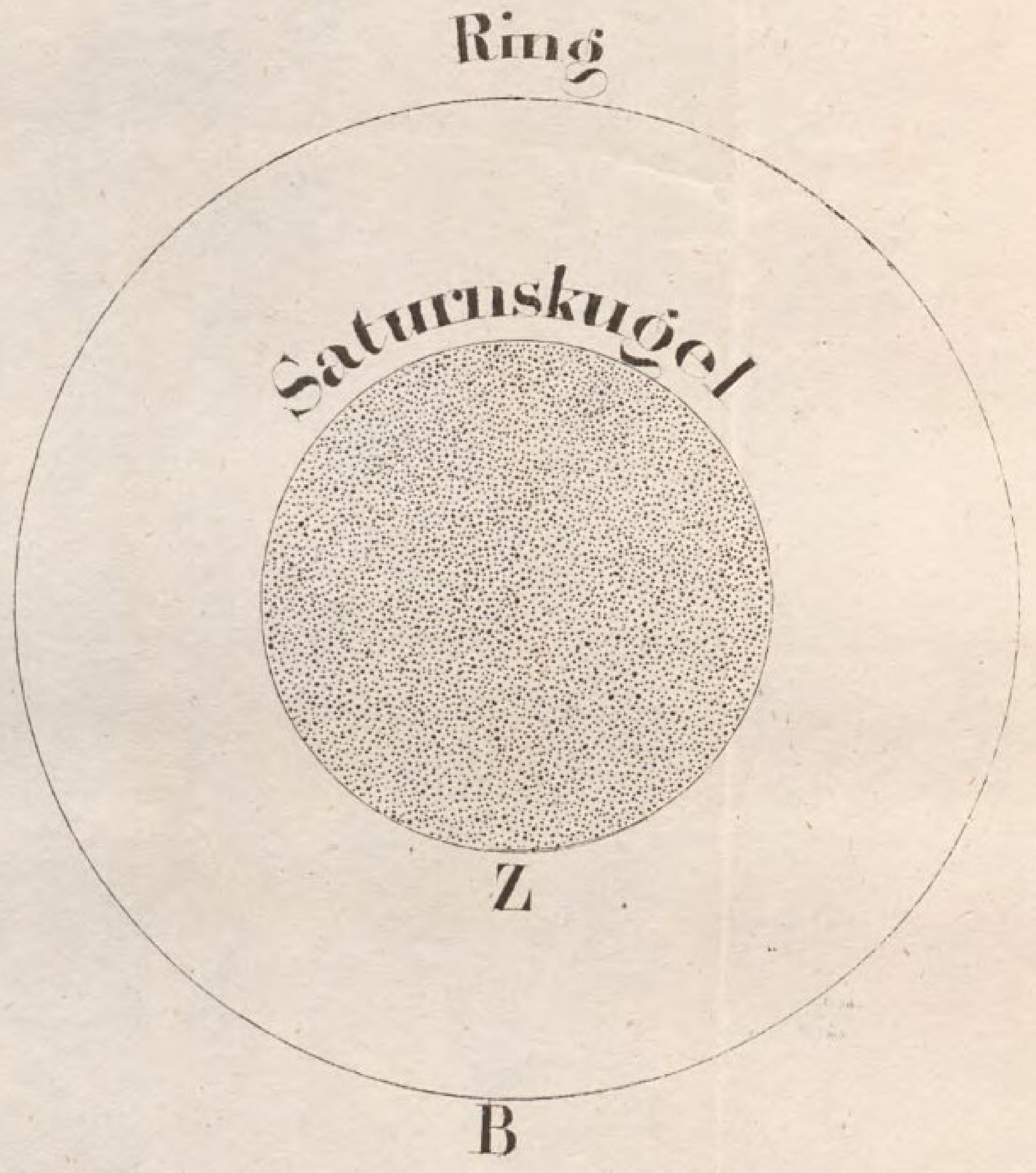


Fig. 3.

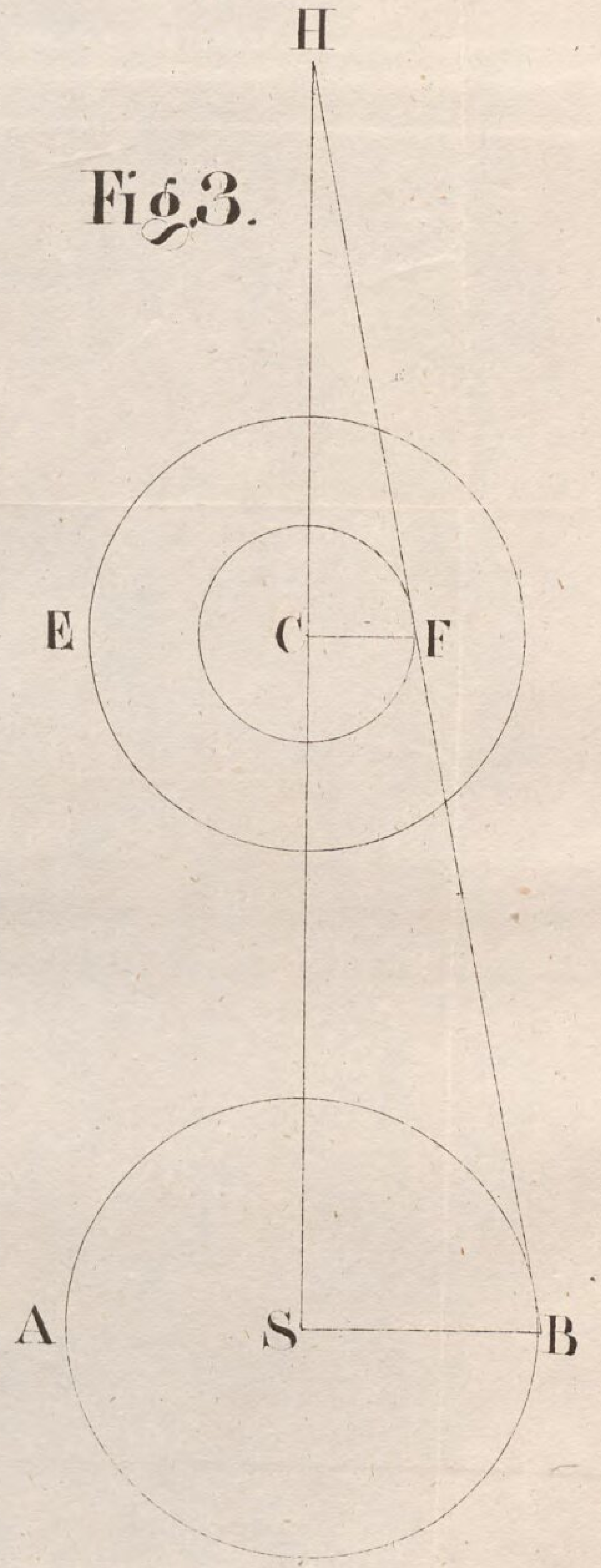


Fig. 4.

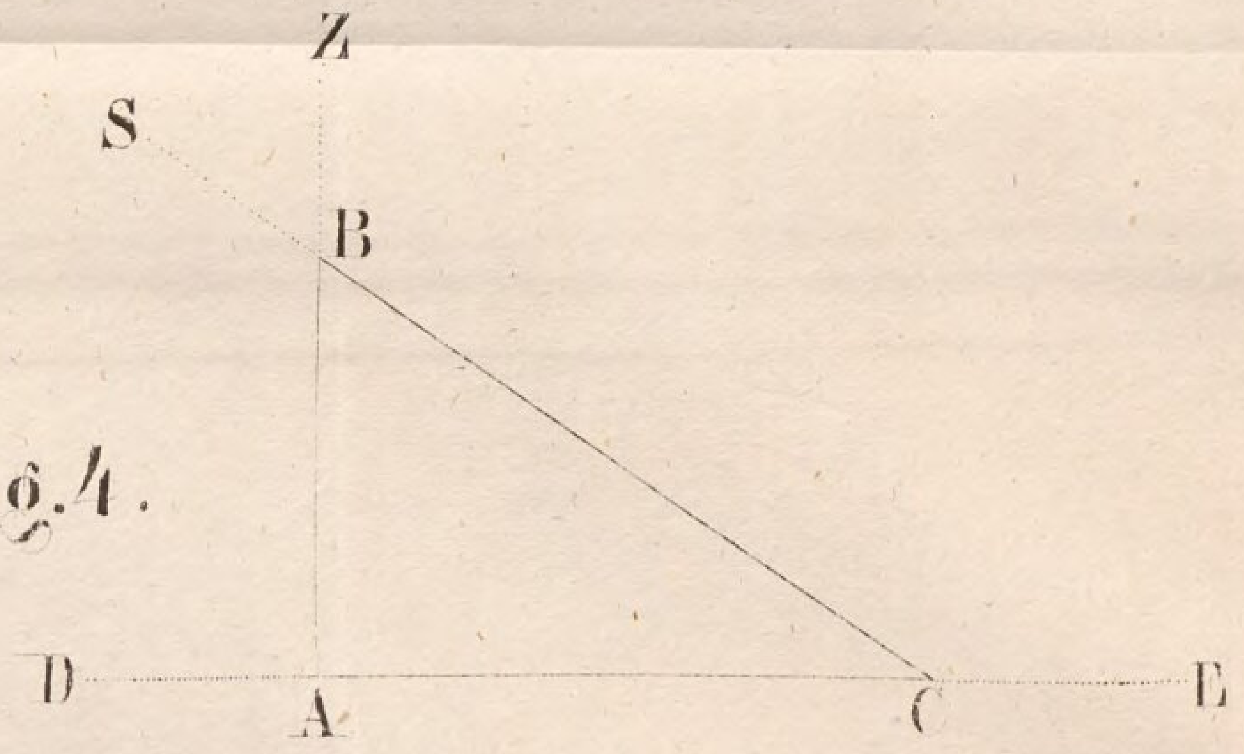
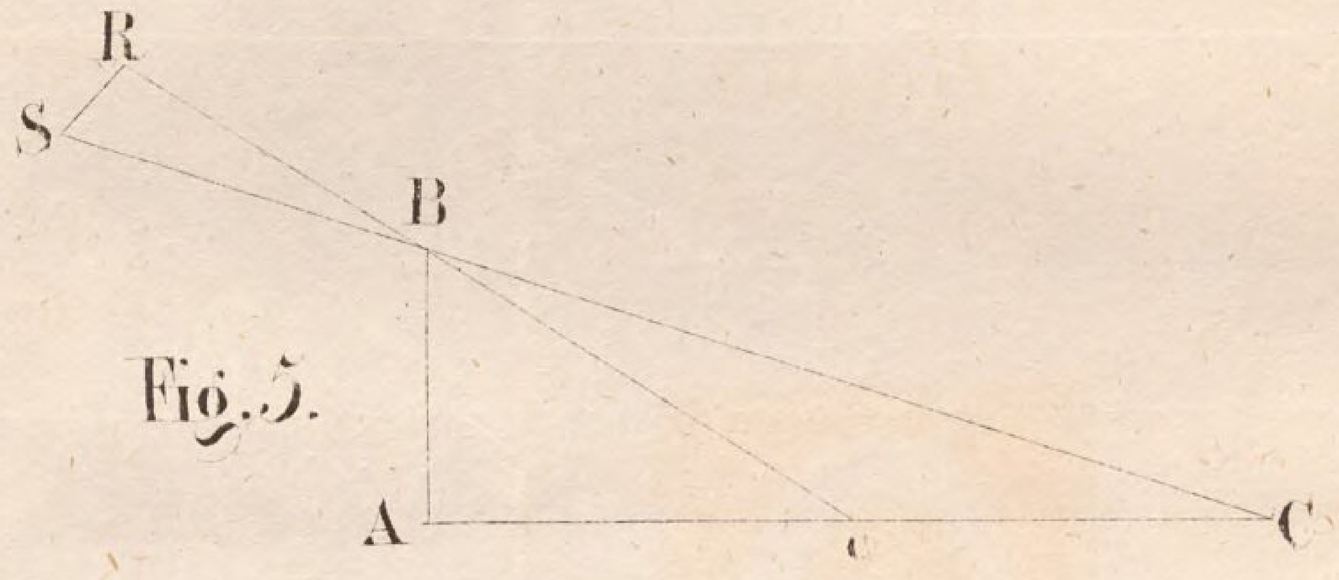


Fig. 5.



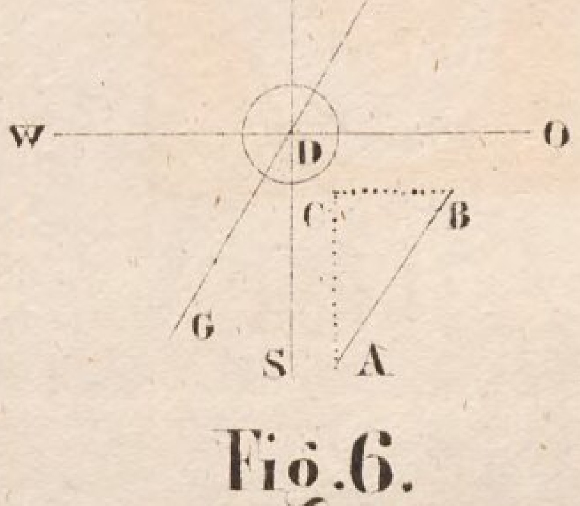


Fig. 6.

Taf. XV.

Fig. 1.

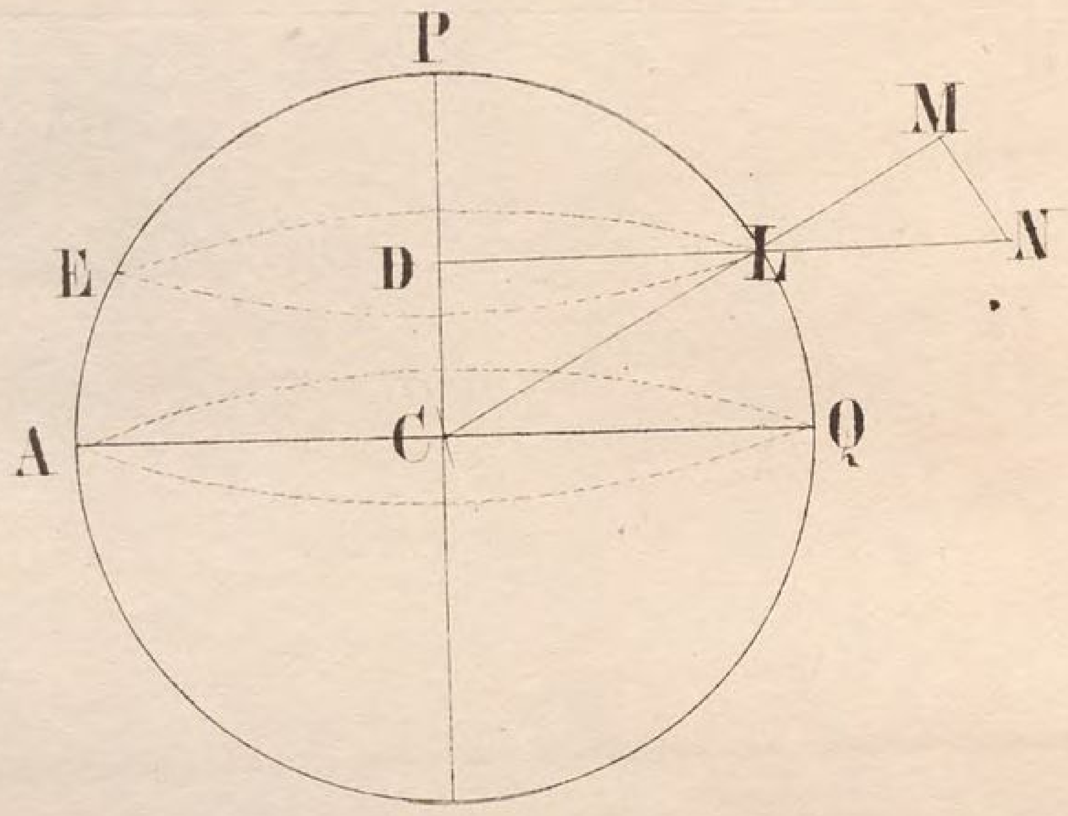


Fig. 2

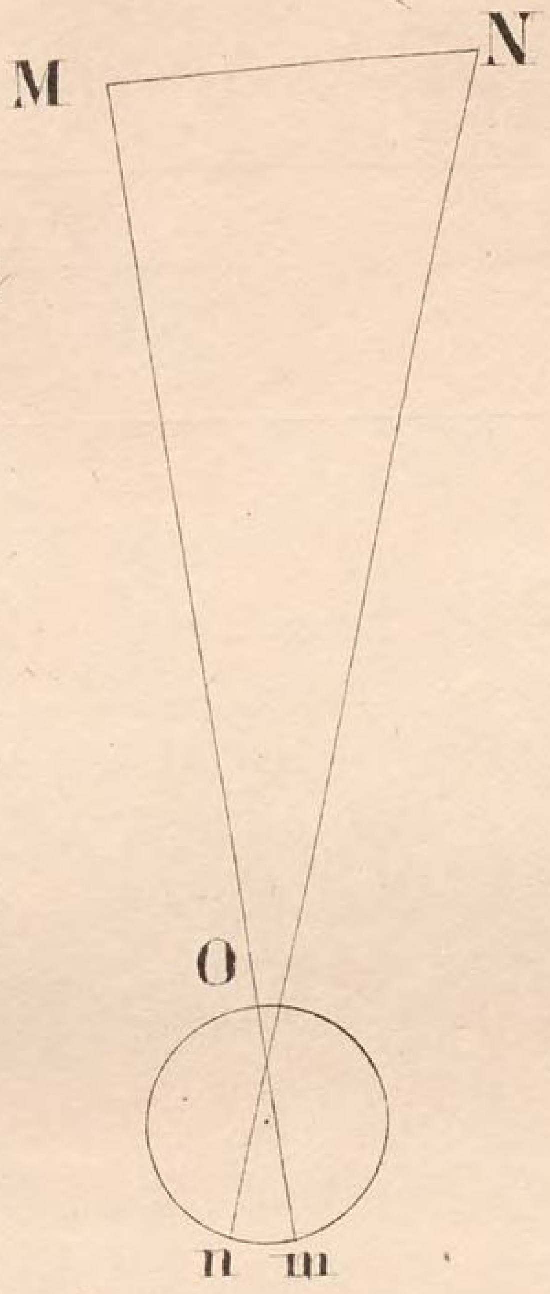


Fig. 3.

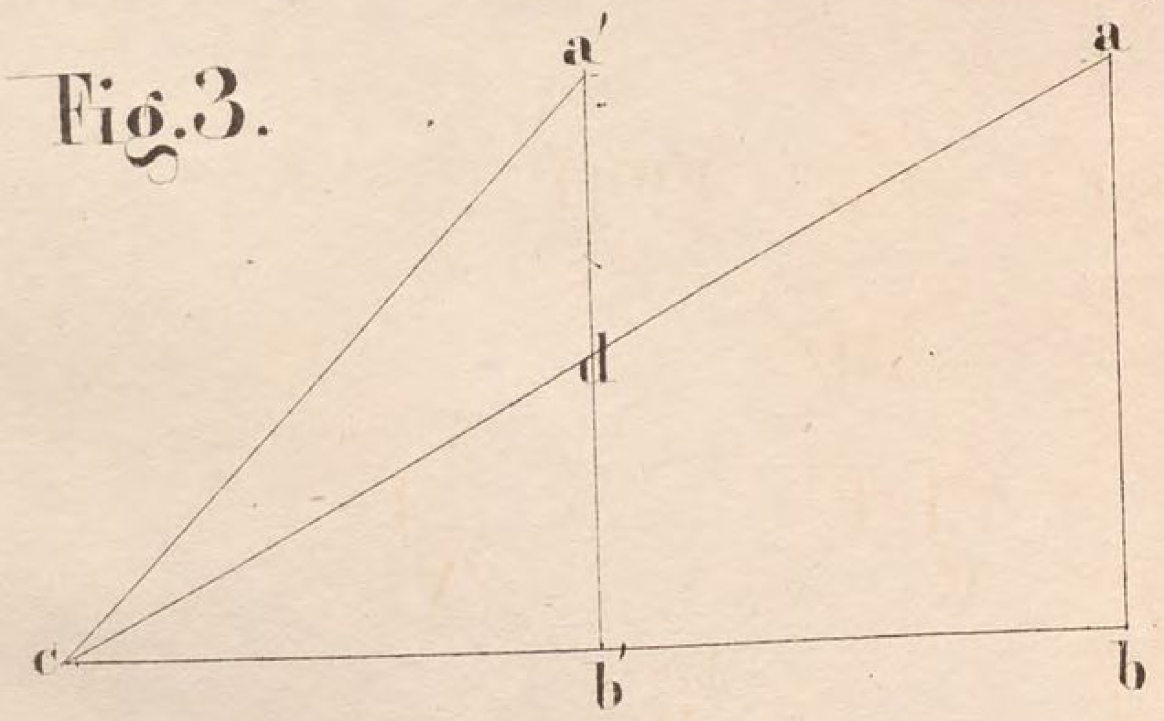


Fig. 4.

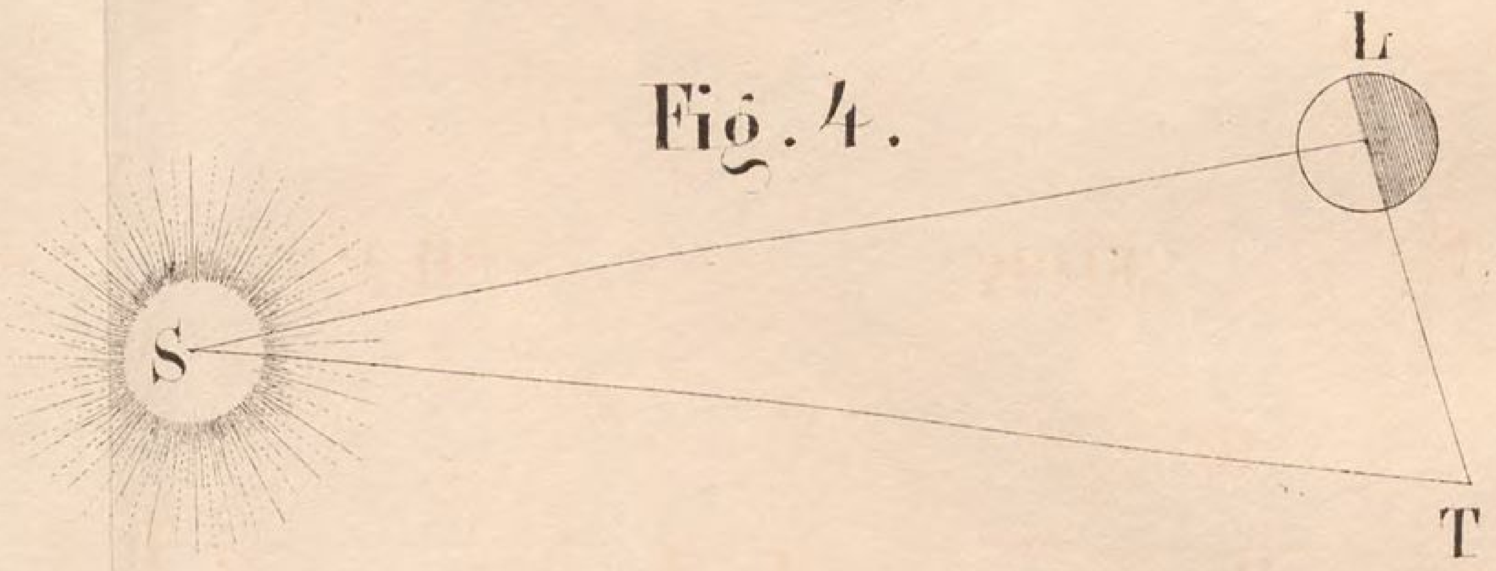
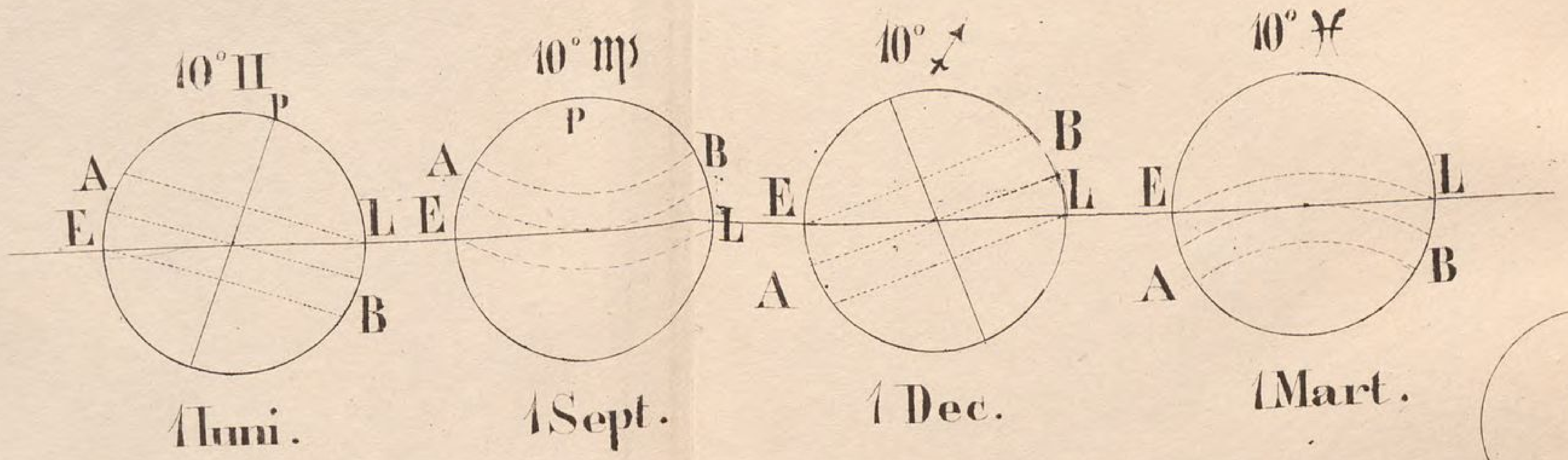


Fig. 5.



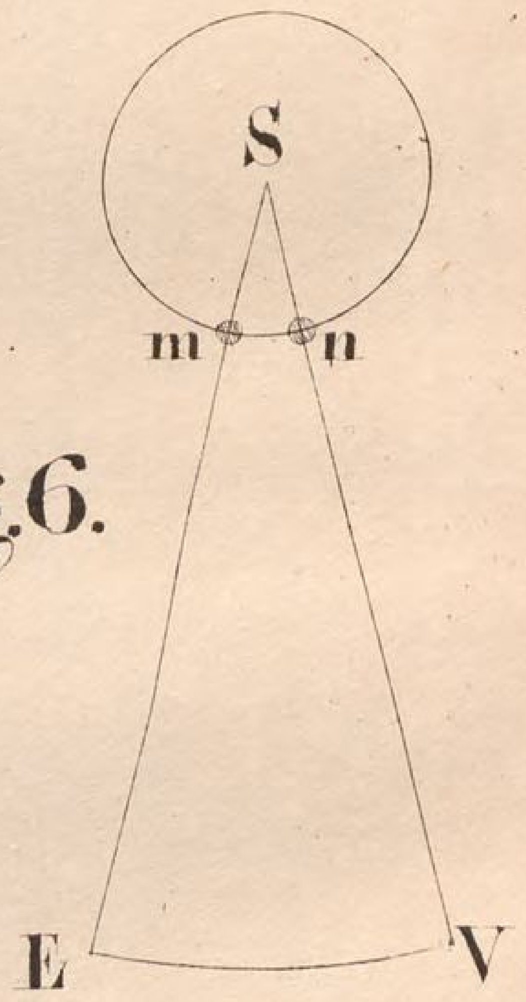
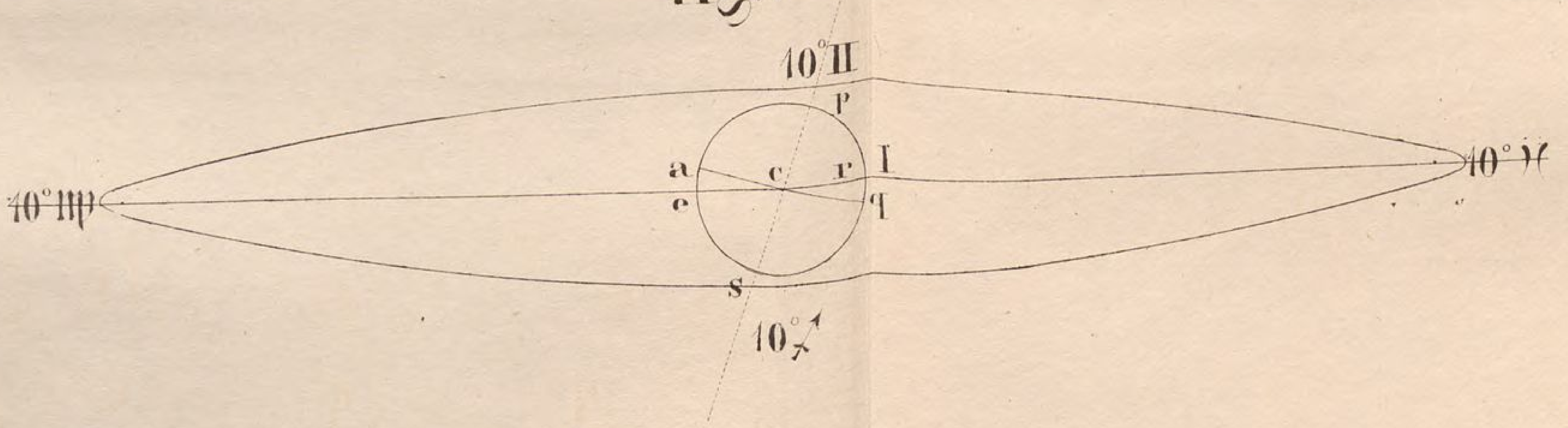


Fig. 6.

Fig. 7



Taf. XVI.

Fig. 1.

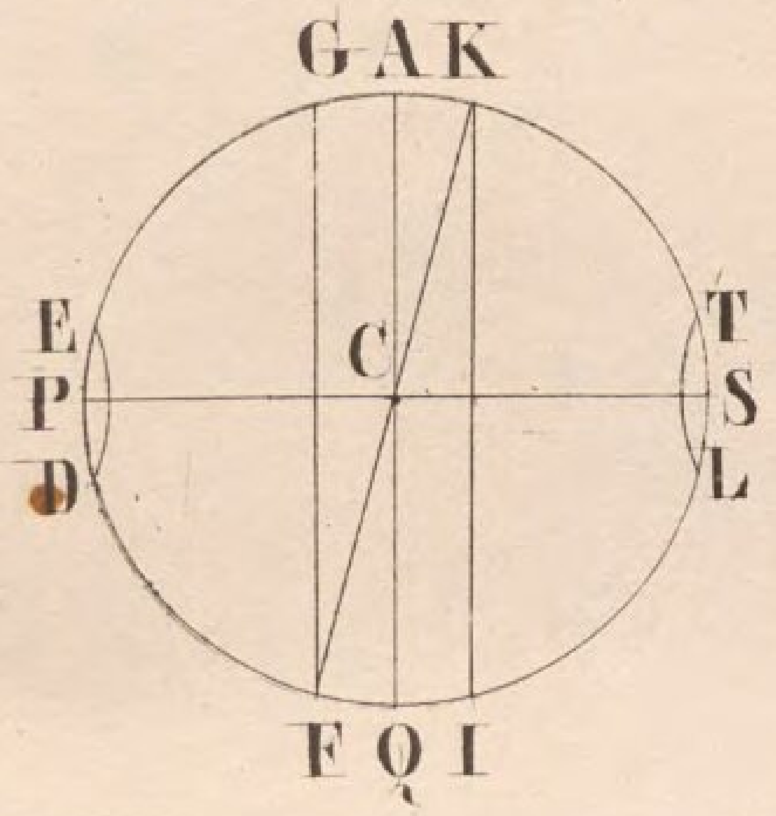


Fig. 2.

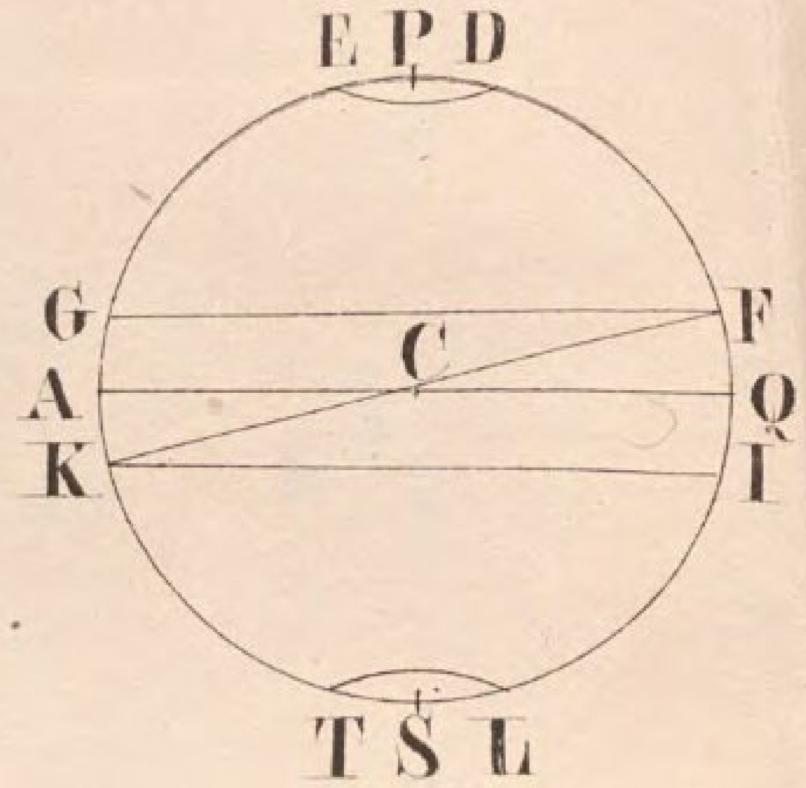


Fig. 3.

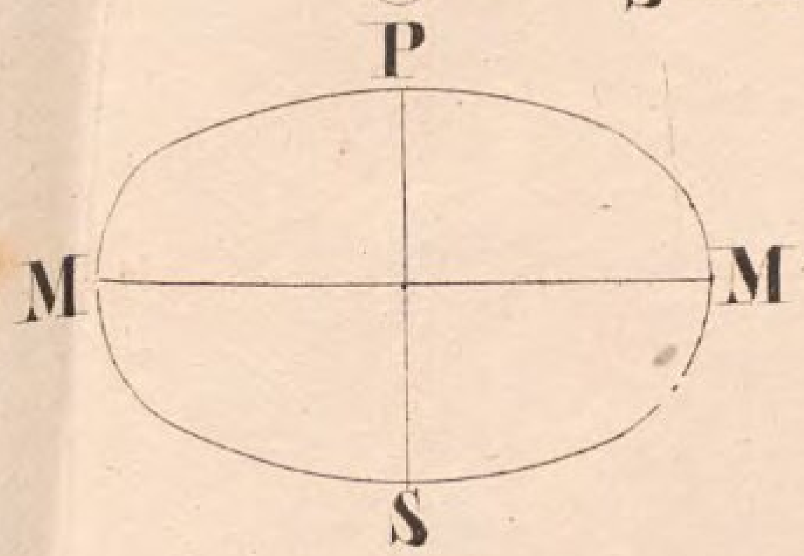


Fig. 4.

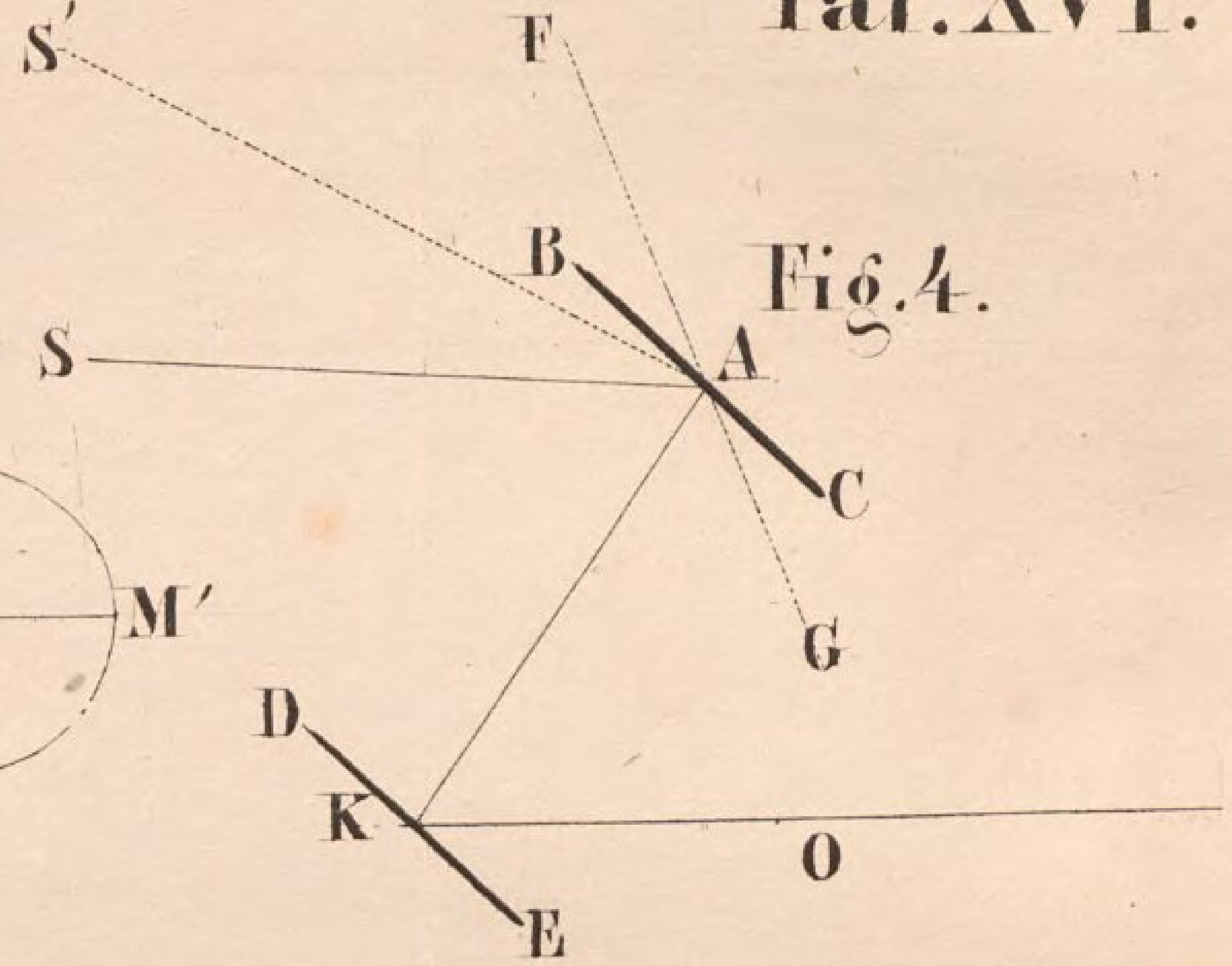


Fig. 5.

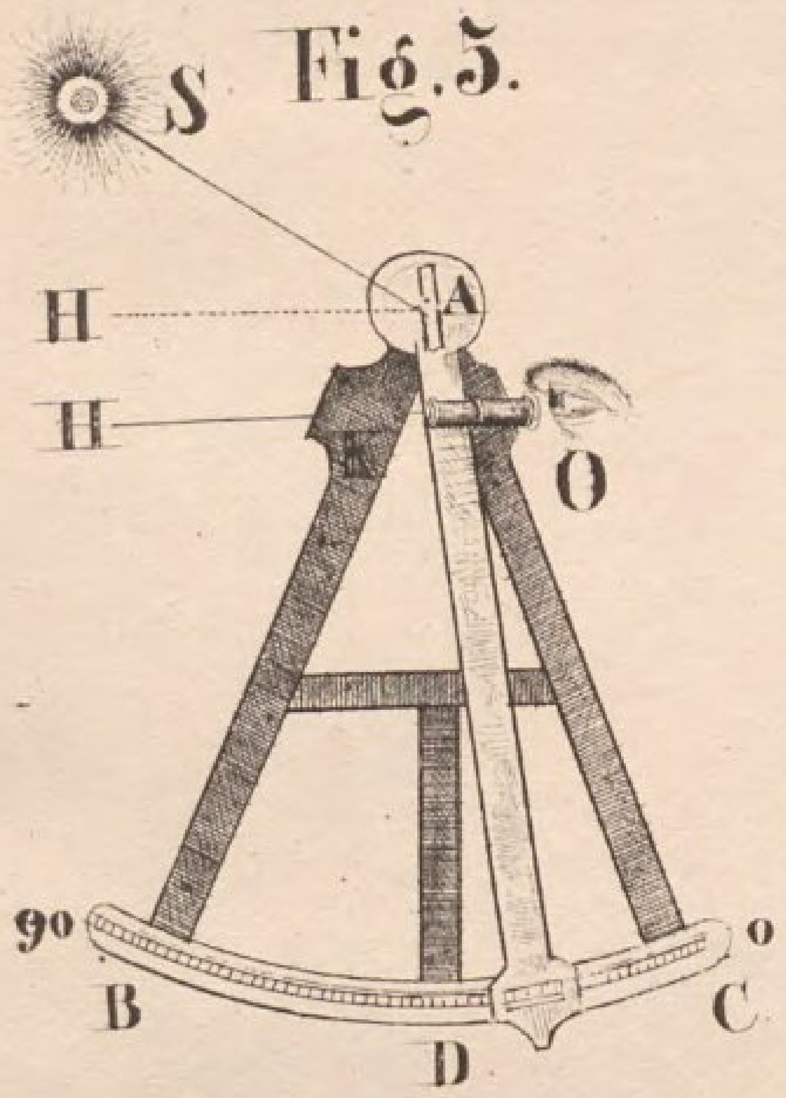
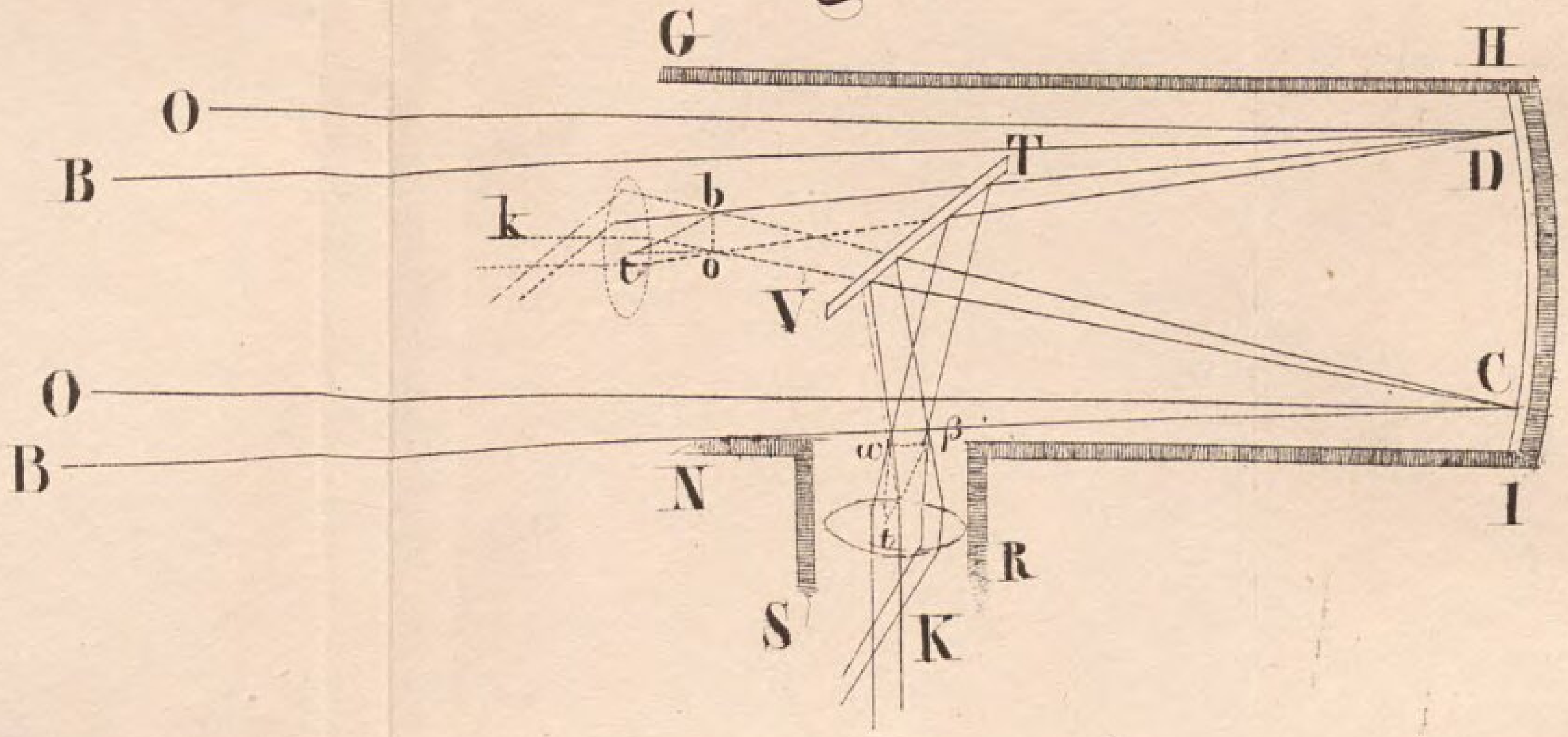
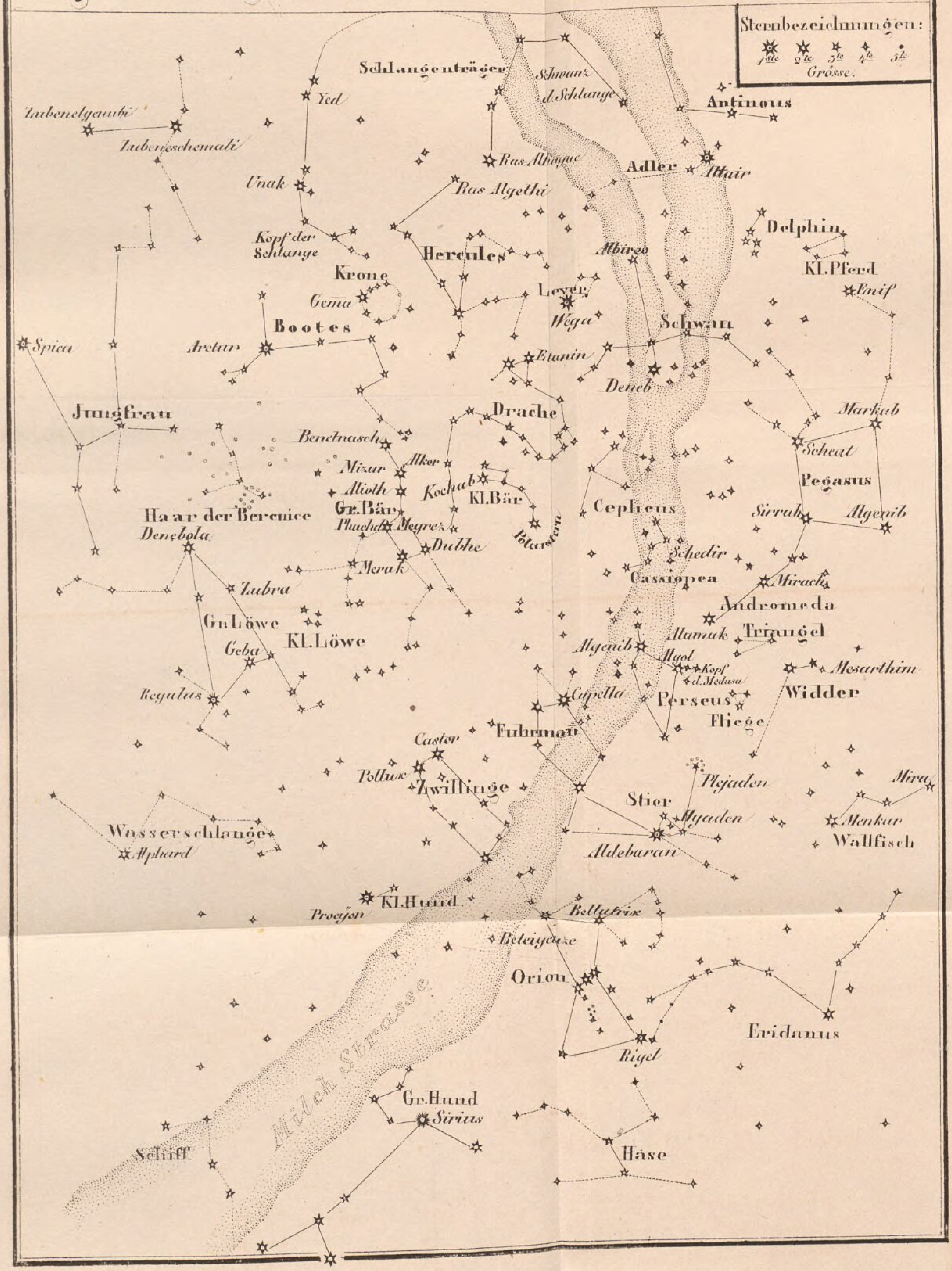


Fig. 6.



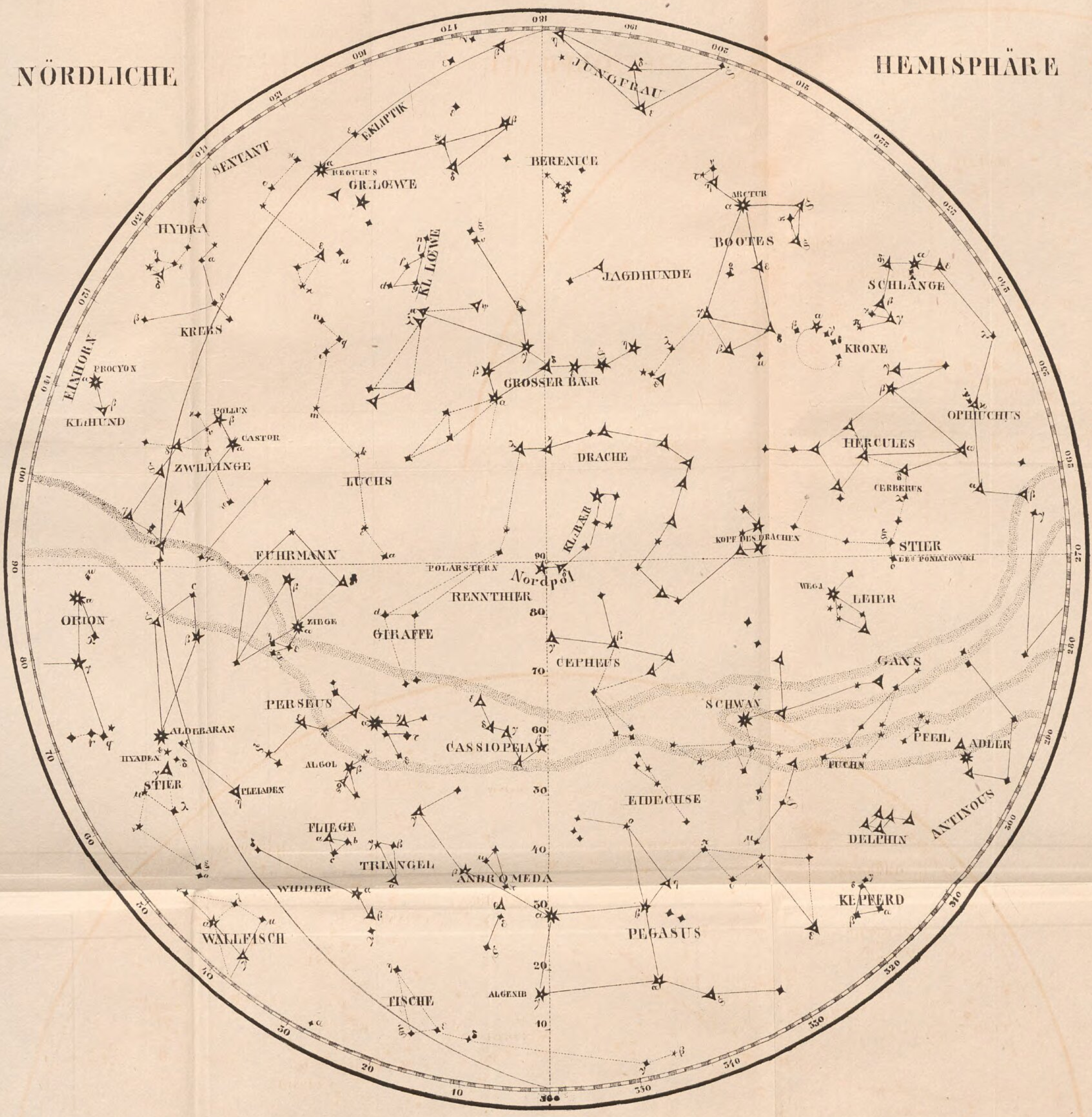
Taf. XVII.

Einige der vorzüglichsten Sternbilder am nördl. u. südl. Himmel.



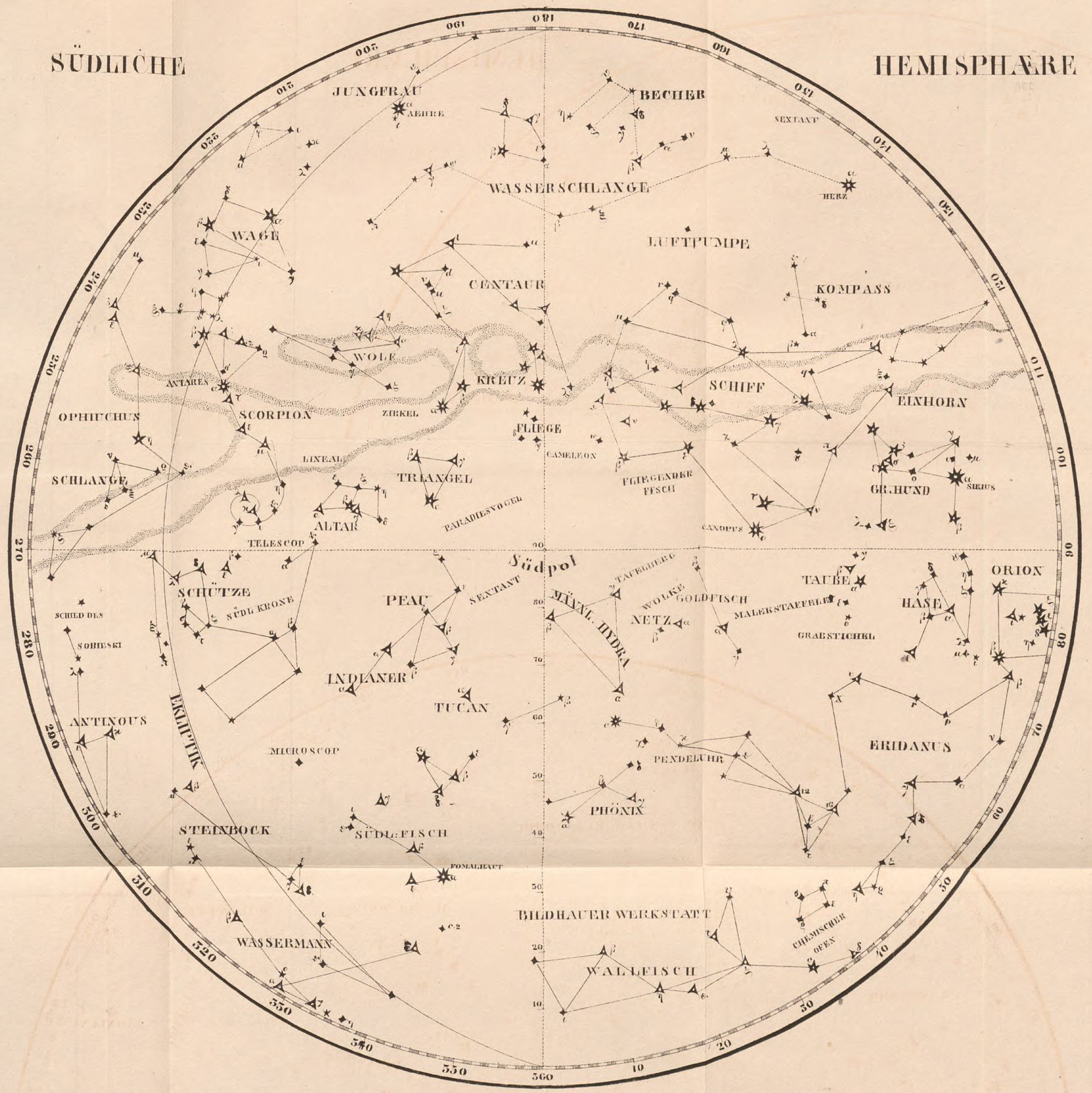
Taf. XVIII.

NÖRDLICHE HEMISPHÄRE



Taf. XIX.

SÜDLICHE HEMISPHÆRE



Taf.XX.

Fig.1.

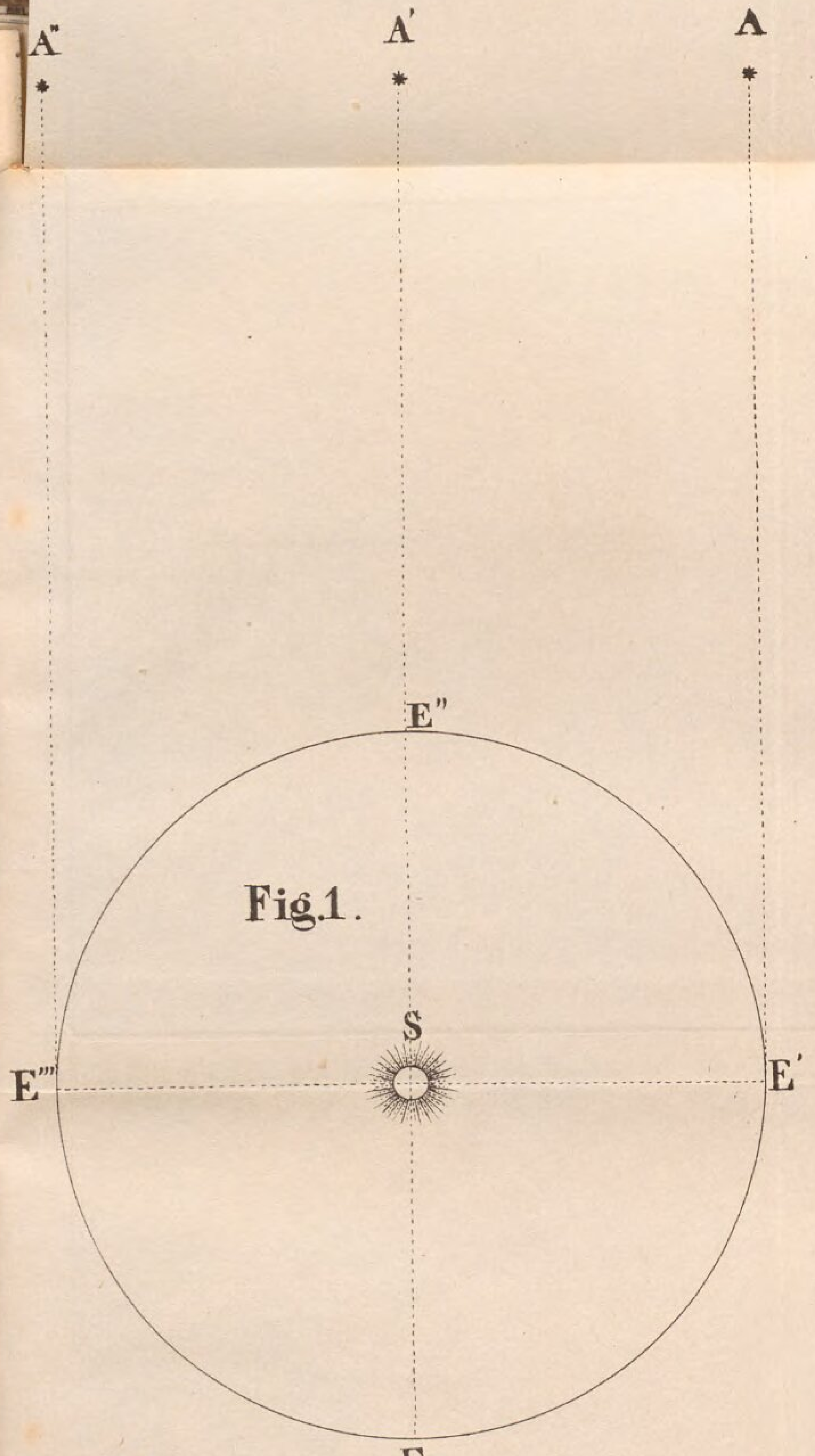


Fig 2

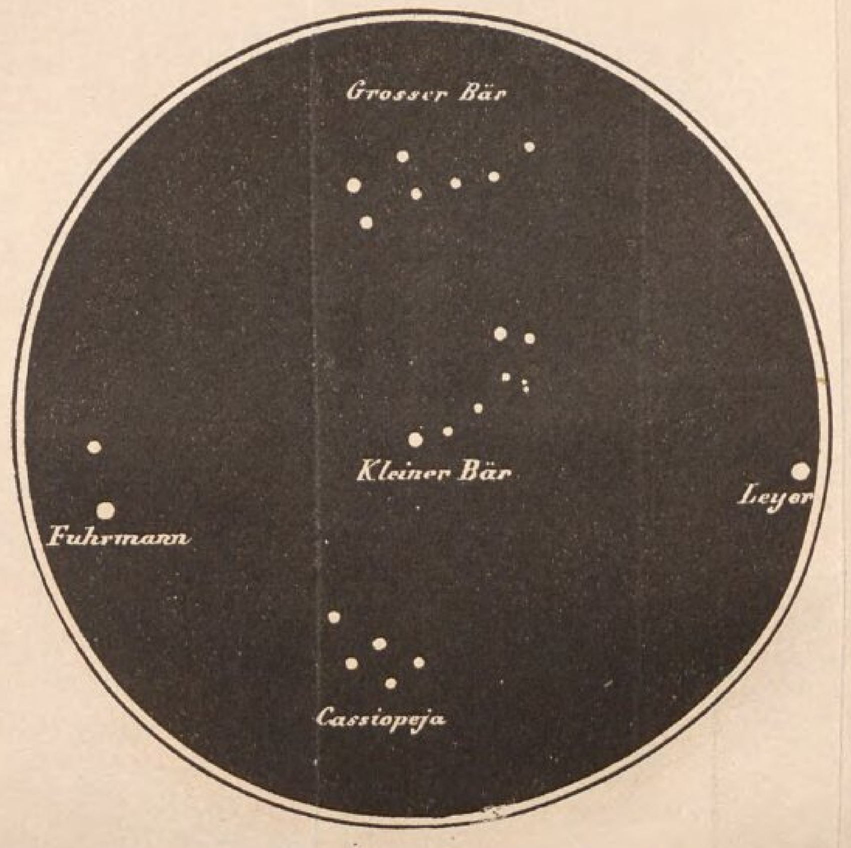


Fig.3

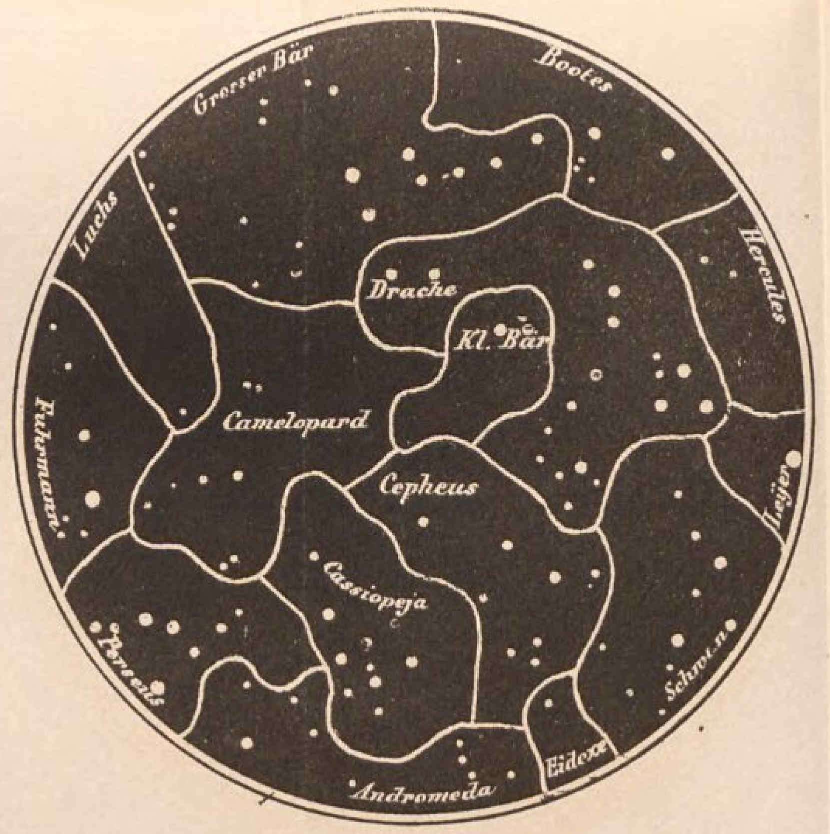


Fig.4.

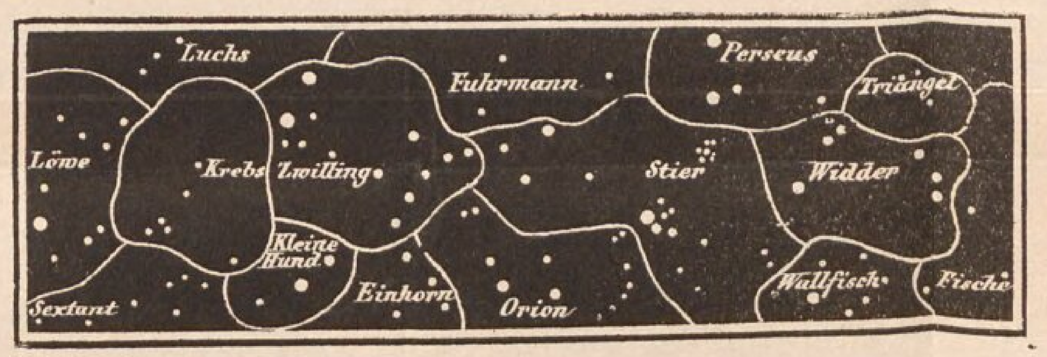


Fig.5.

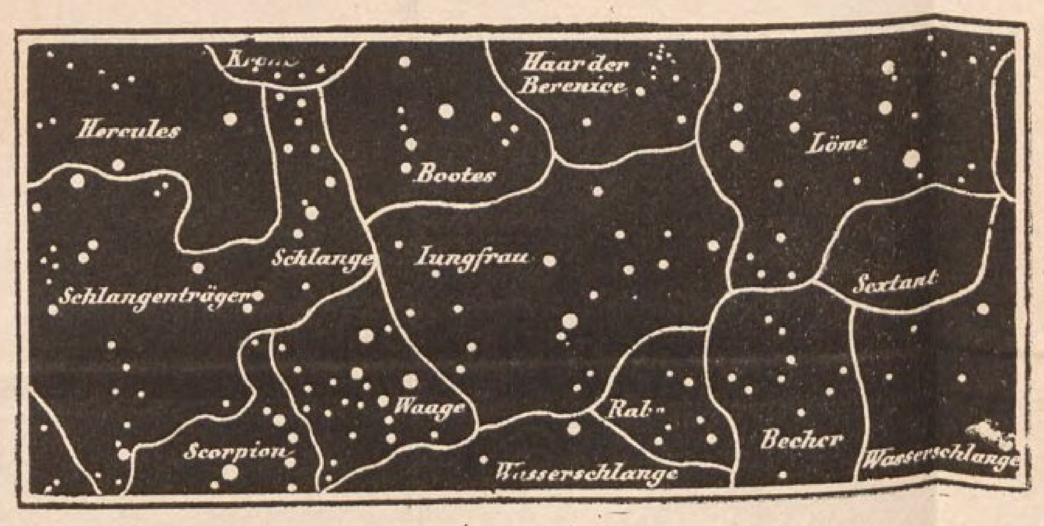


Fig.6.

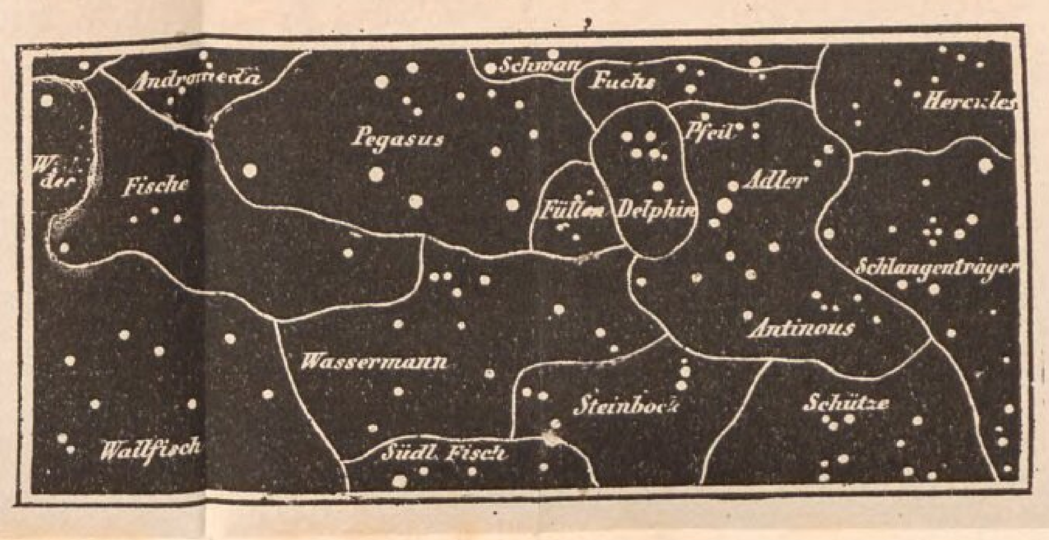


Fig.7.

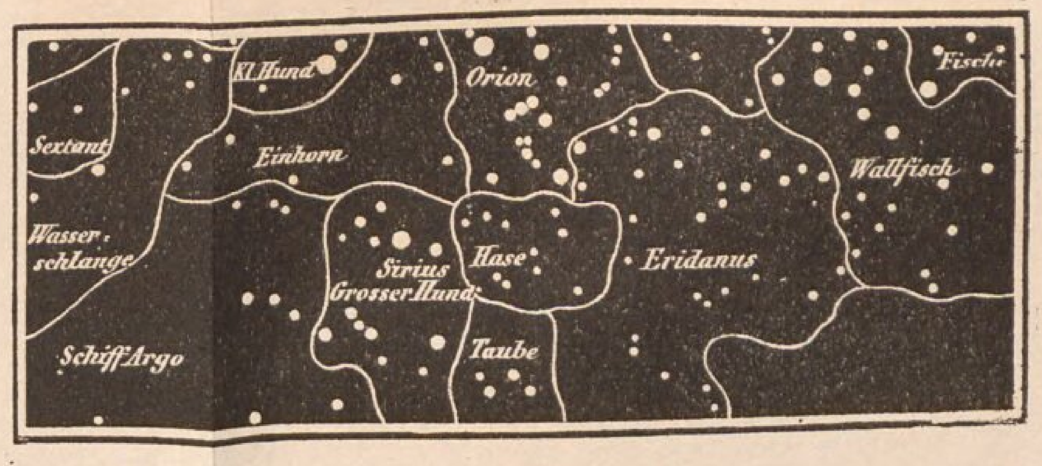


Fig.8.

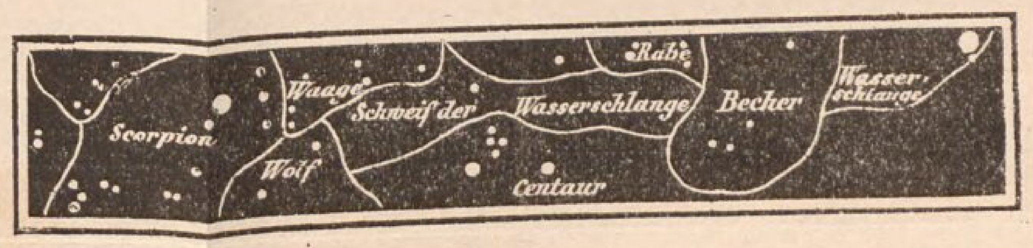
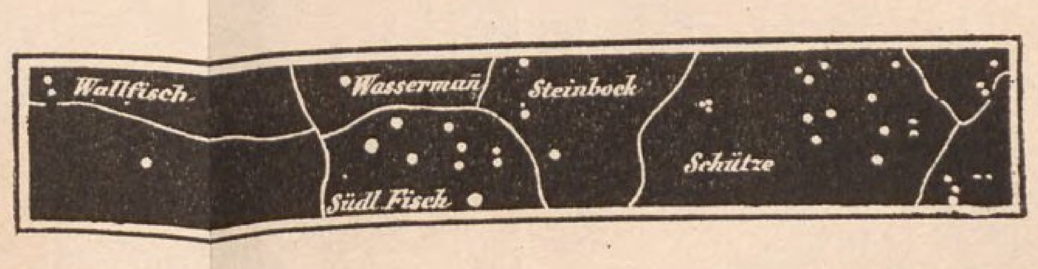


Fig. 9.



Taf. XXI.

Fig. 1.

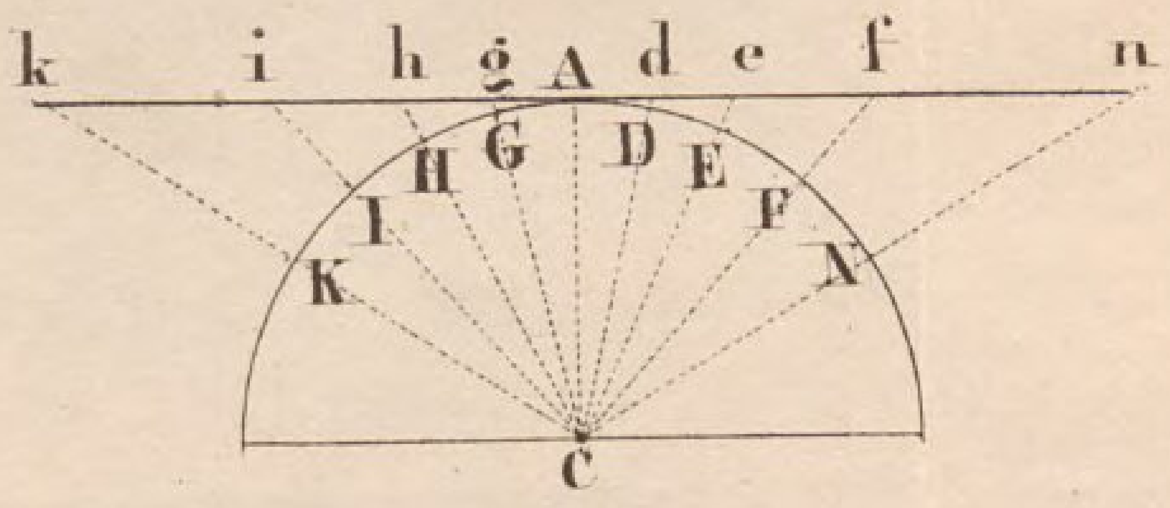


Fig. 2.

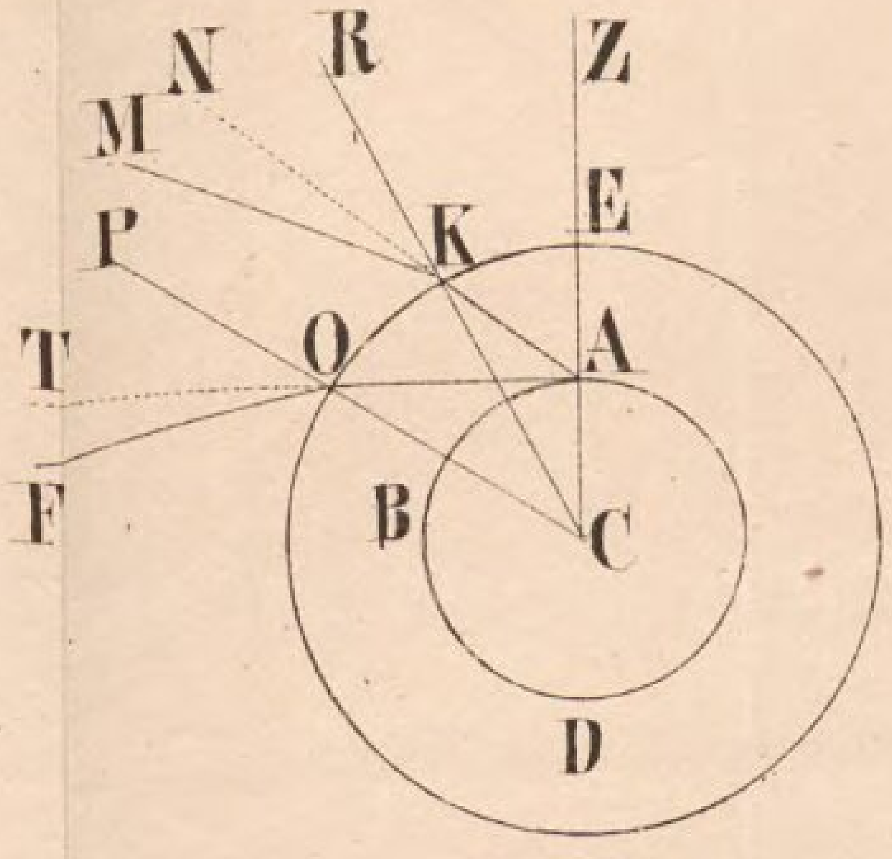


Fig. 3.

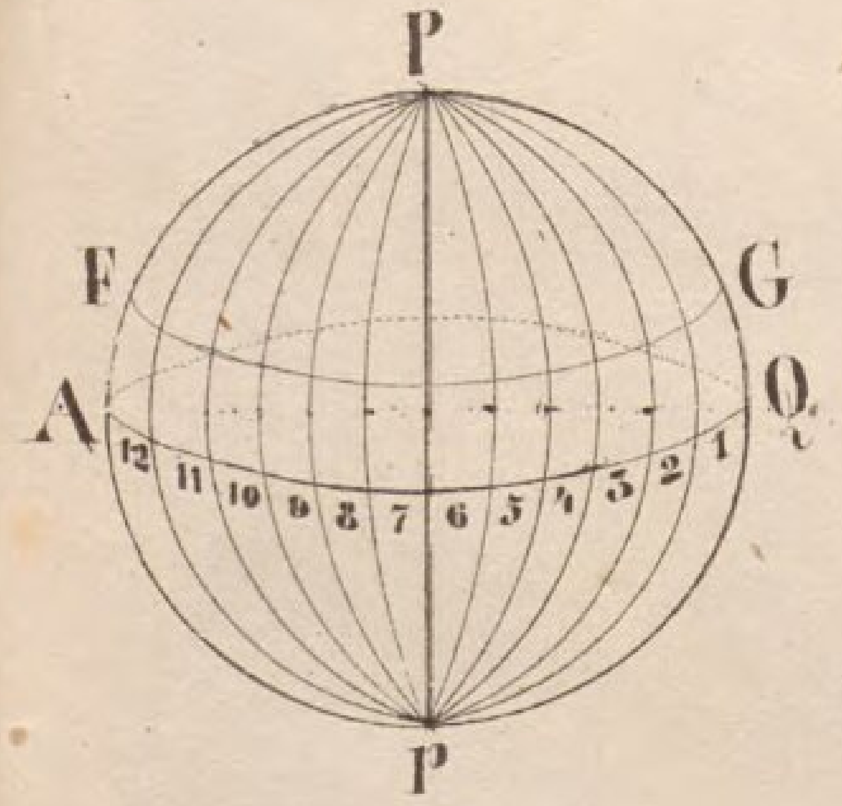


Fig. 4.

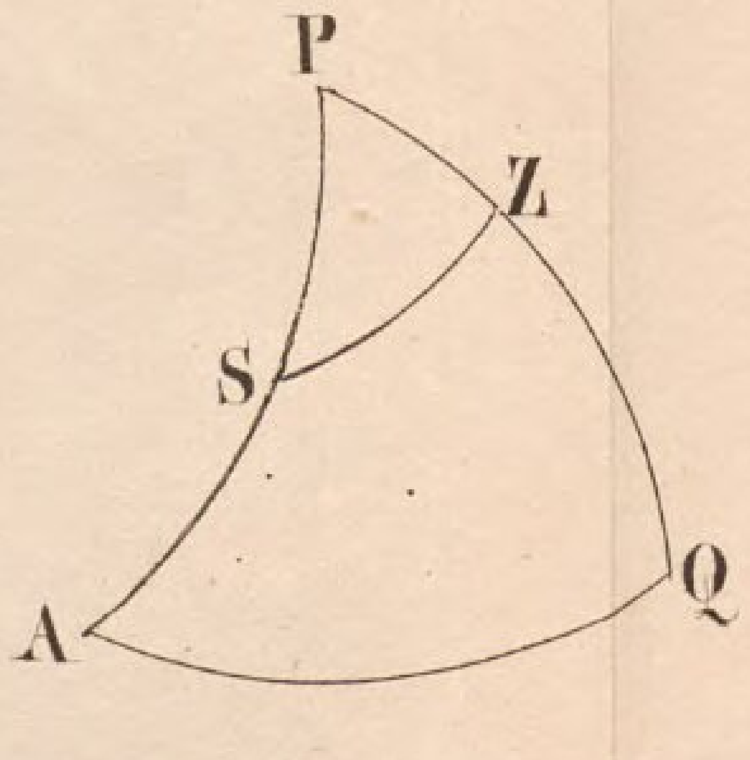


Fig. 5.

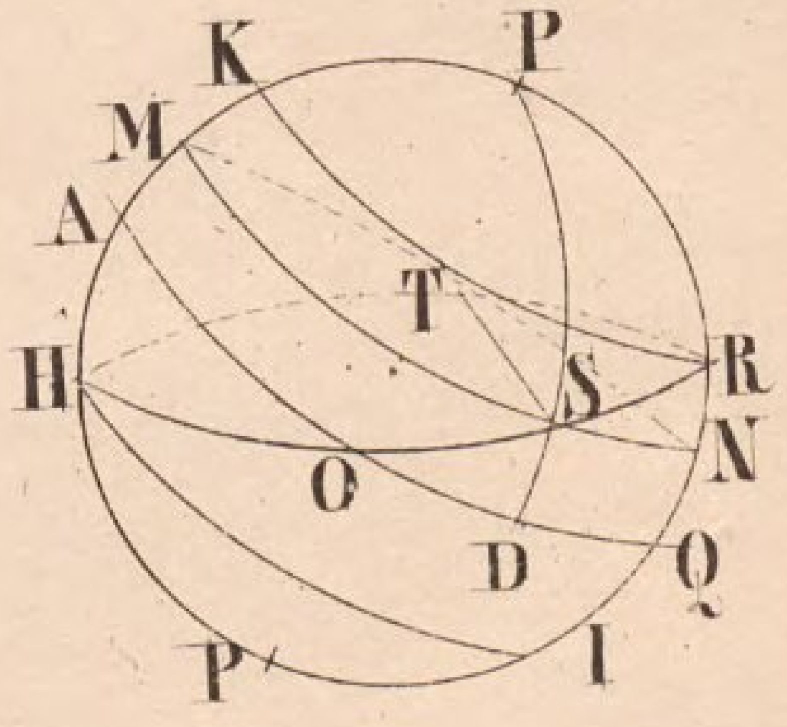


Fig. 1.

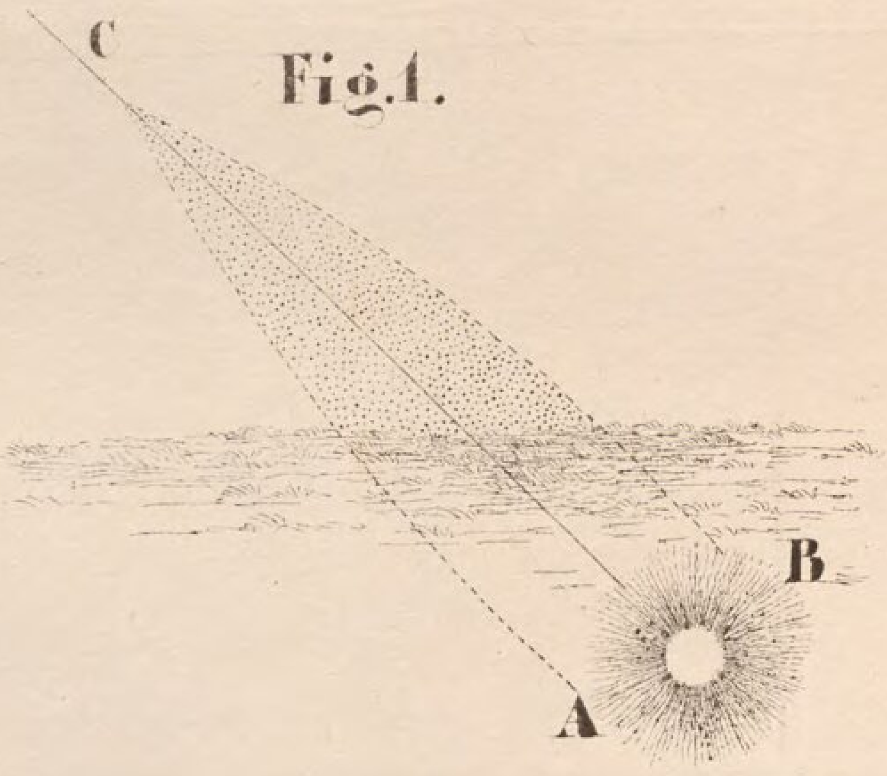


Fig. 2

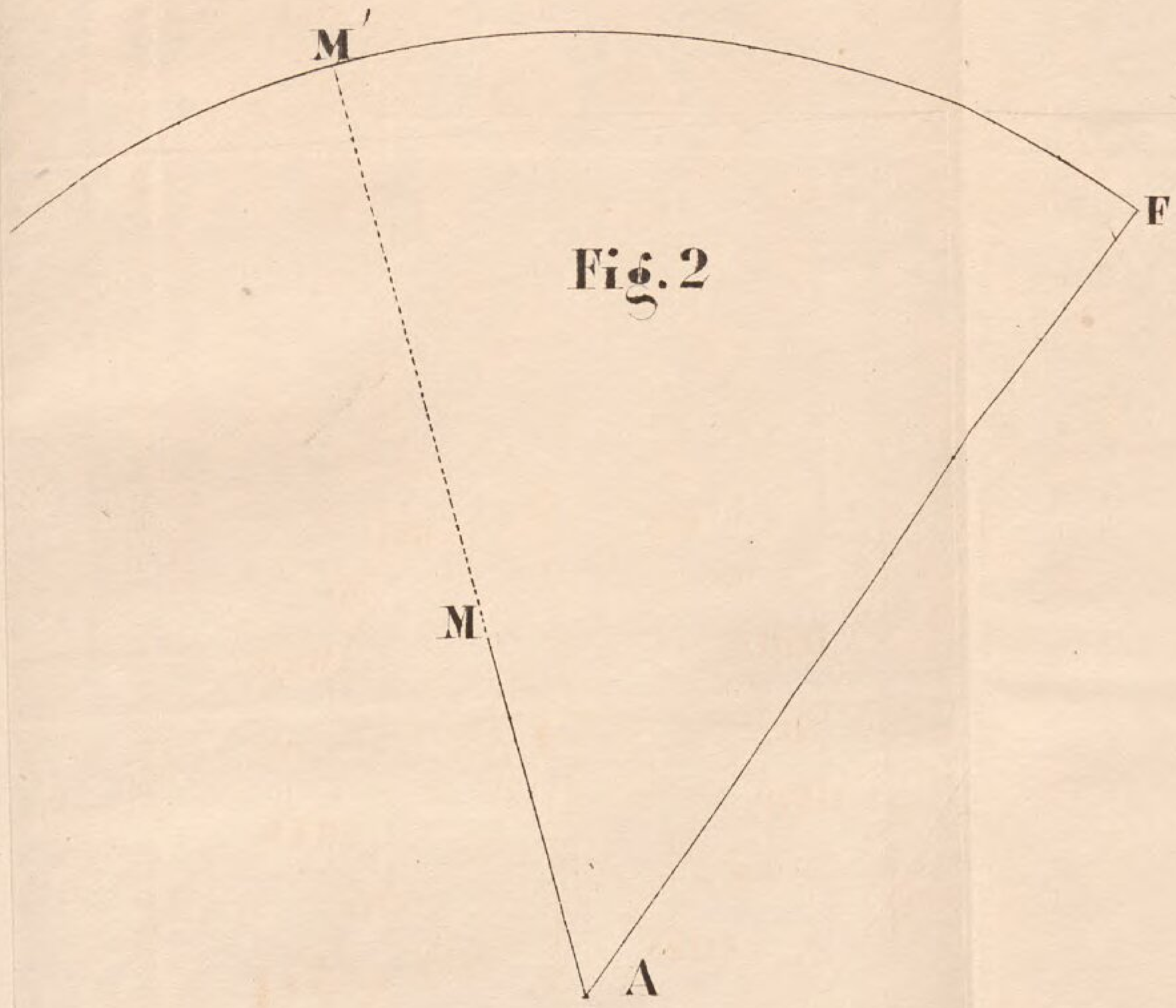


Fig. 3

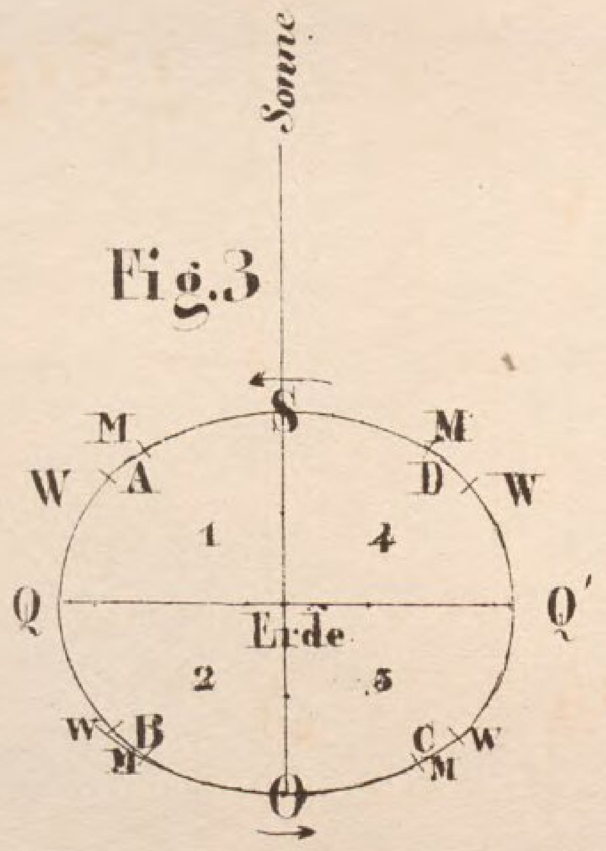


Fig. 4.

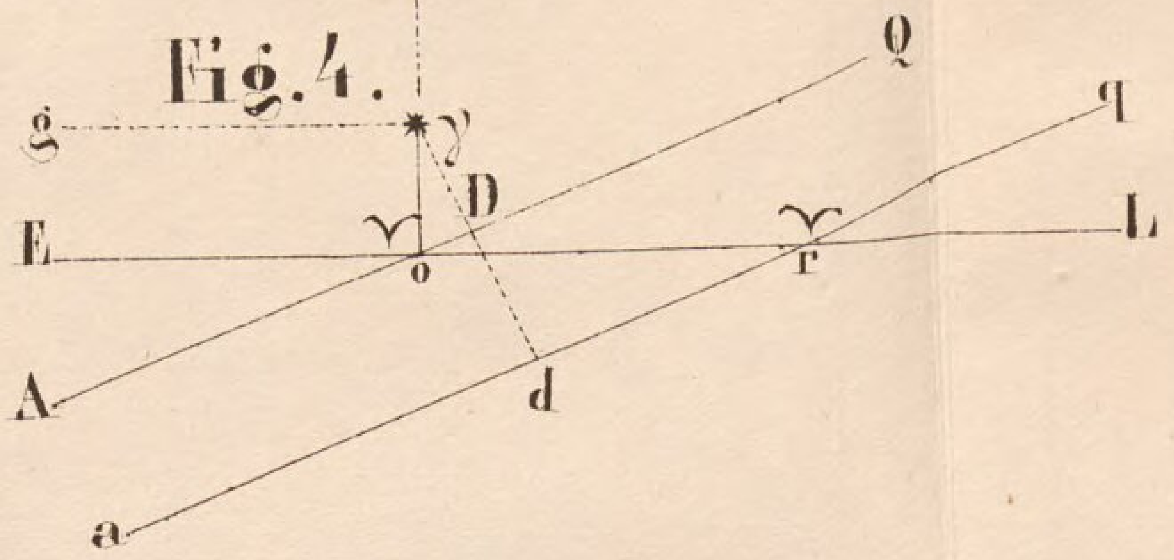


Fig. 5.

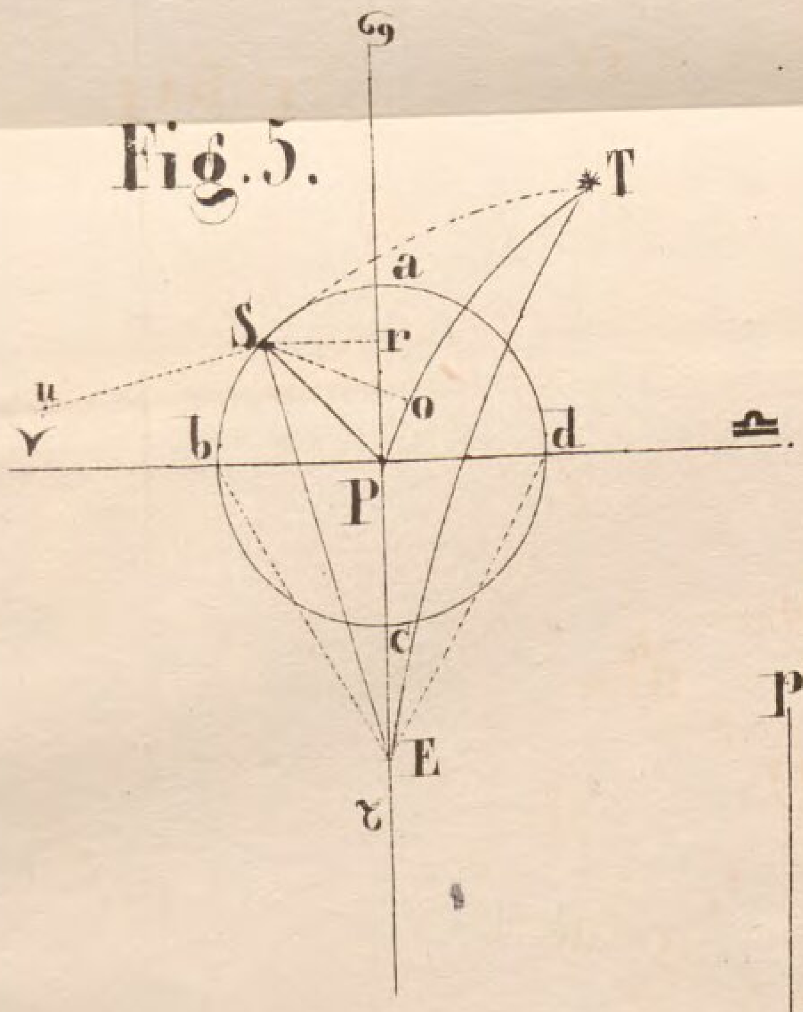


Fig. 6.

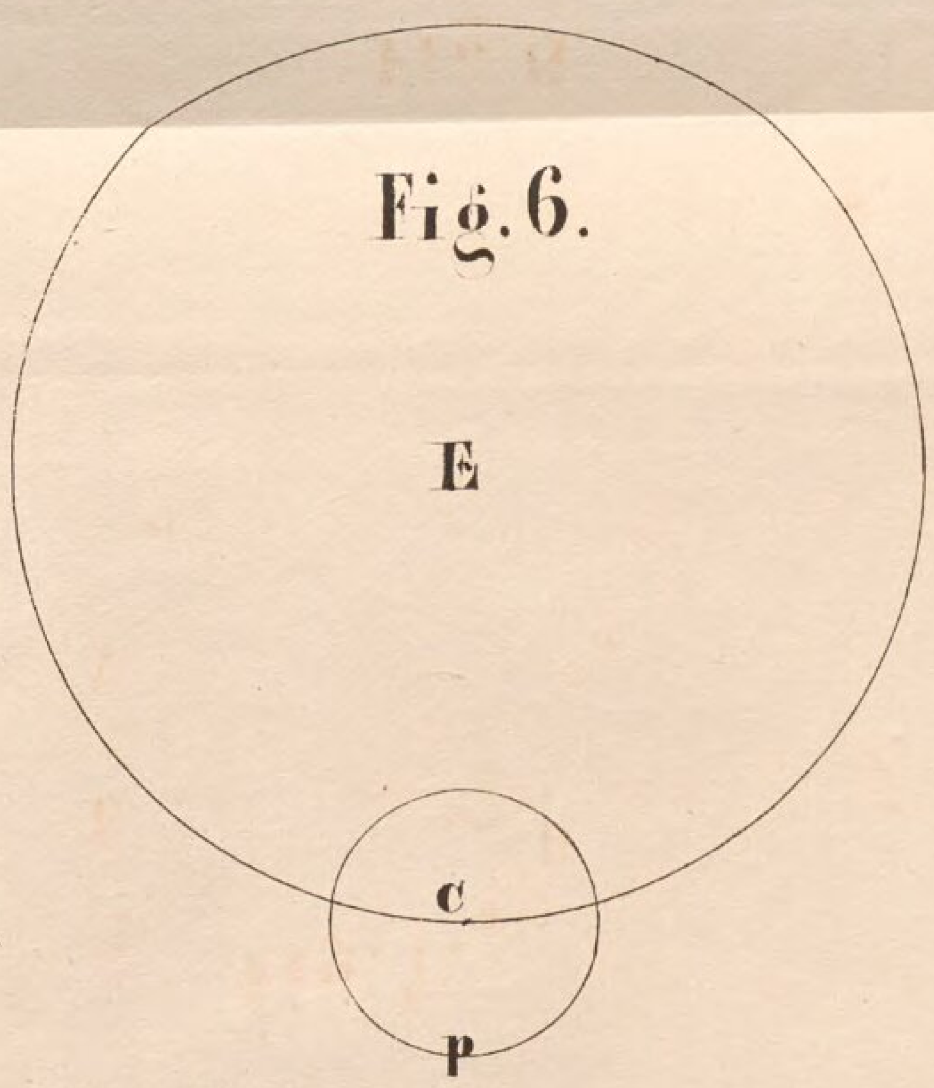


Fig. 7

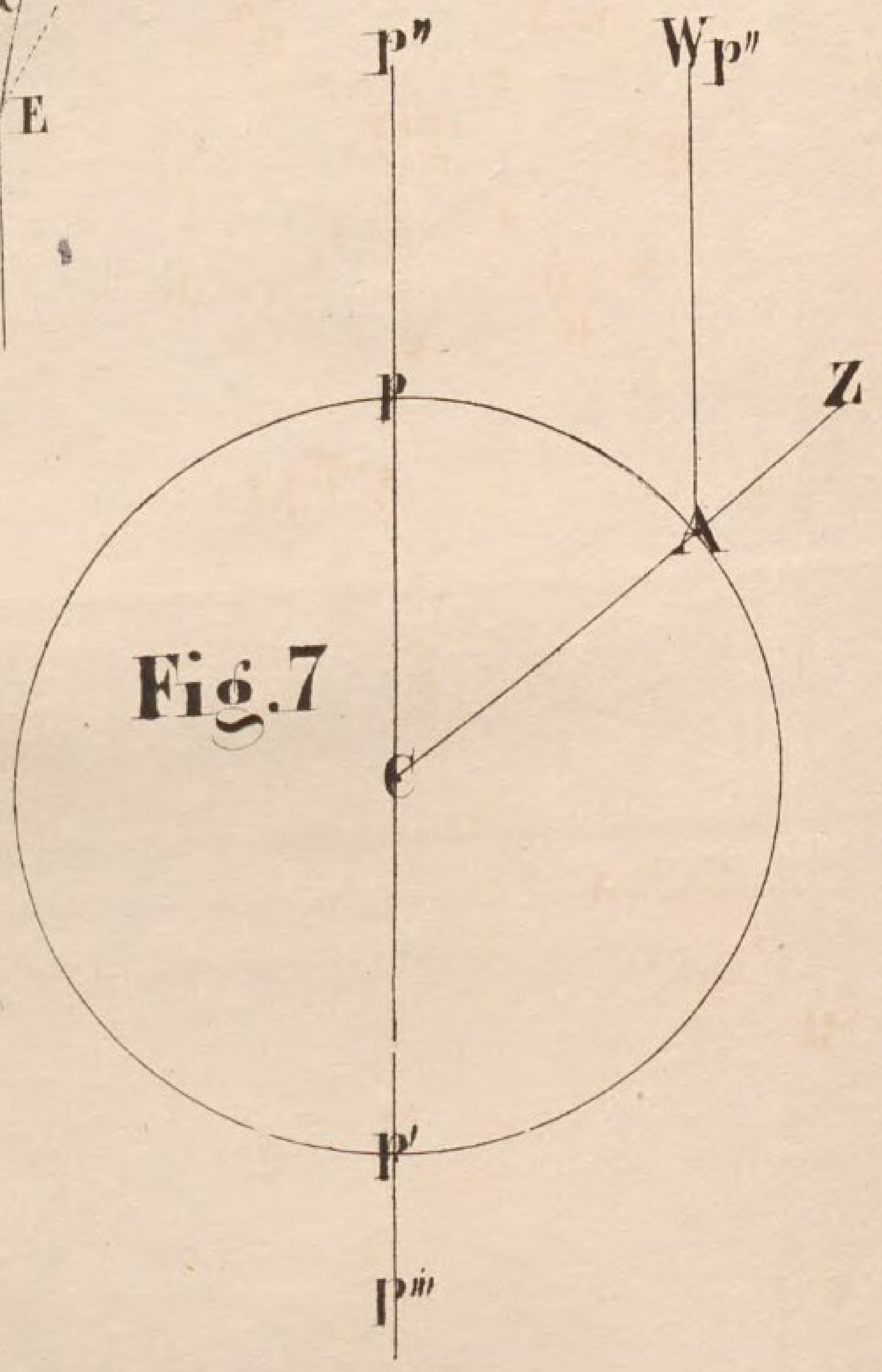


Fig. 8

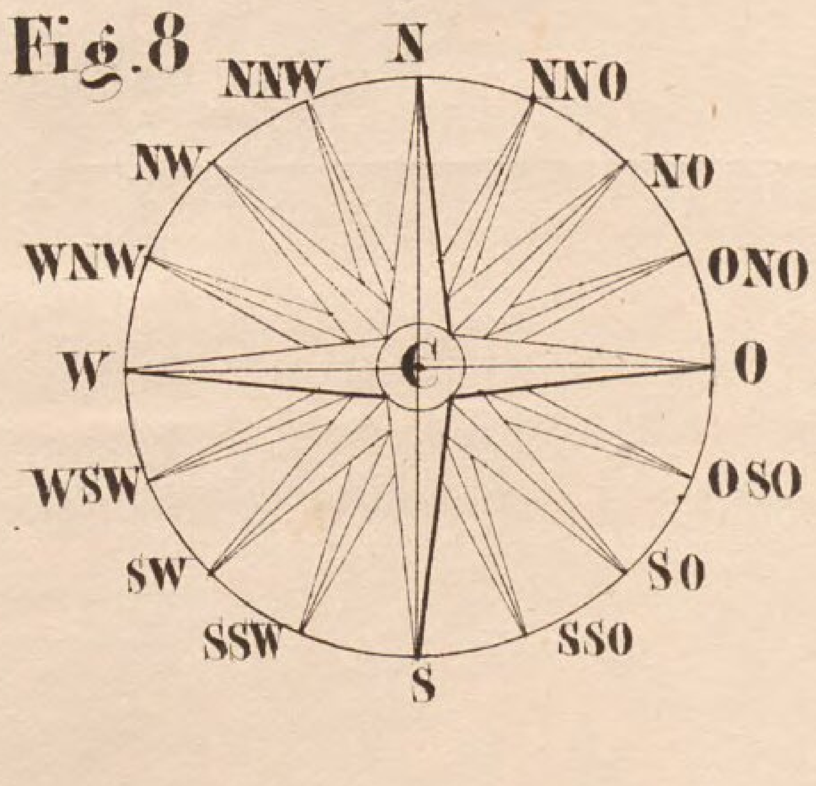


Fig. 1.

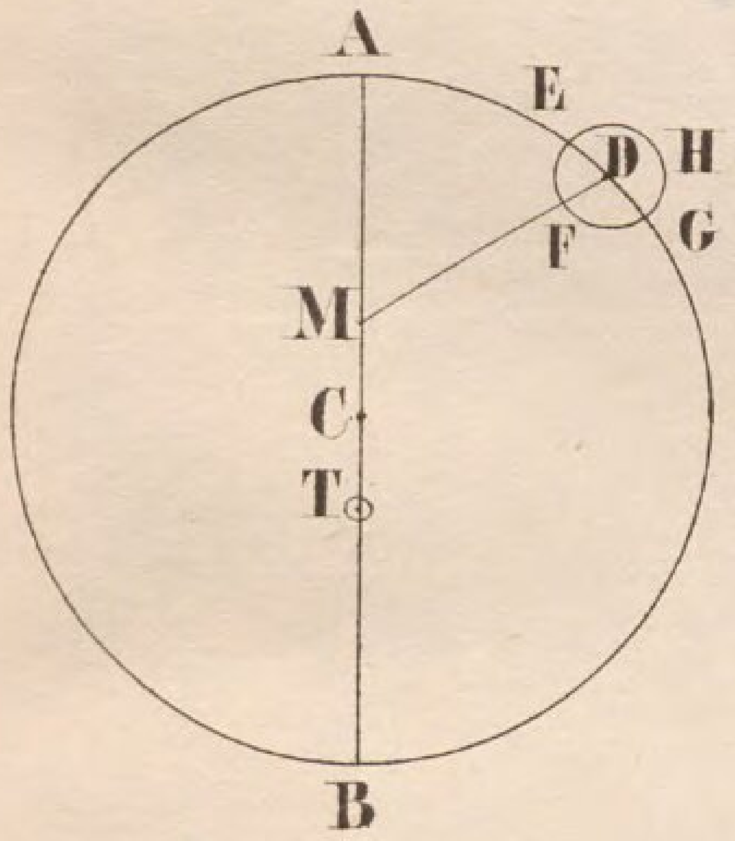
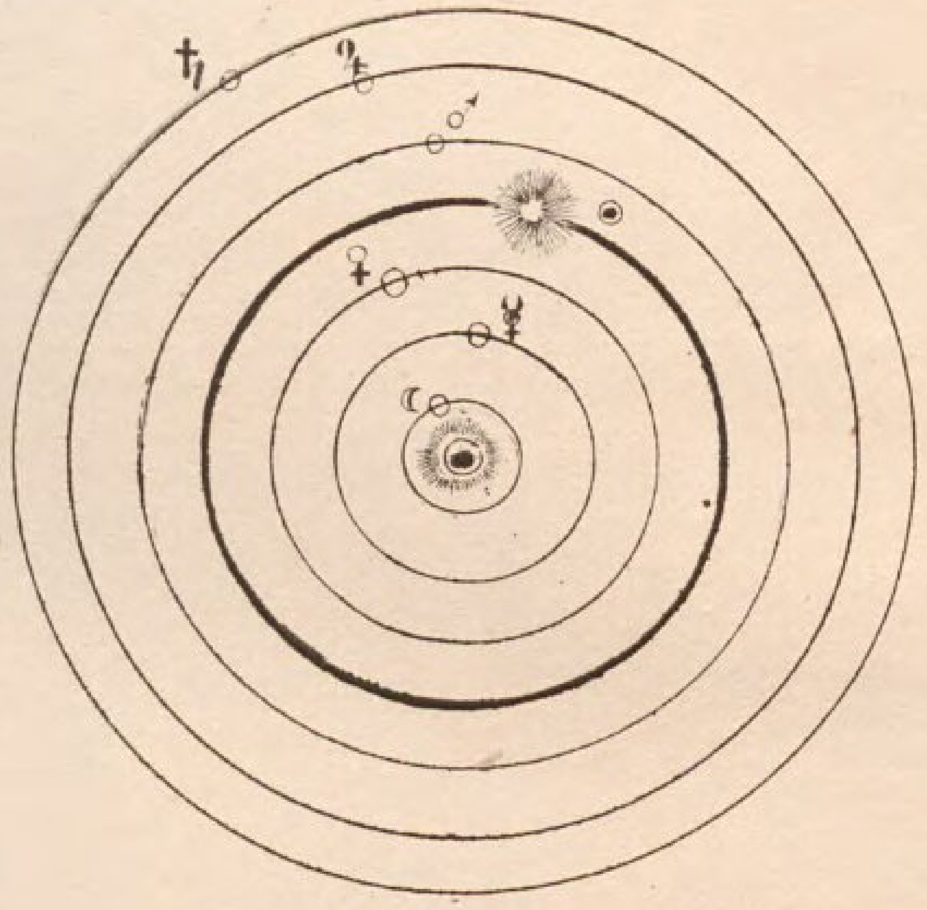


Fig. 2.



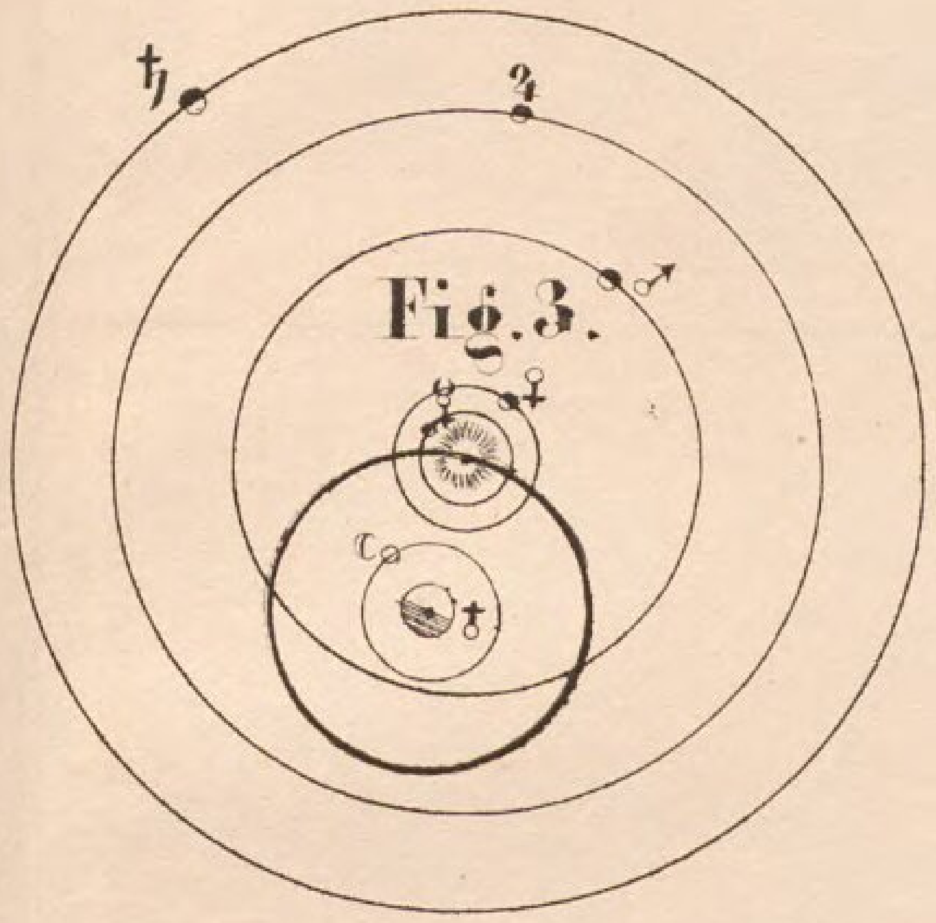


Fig. 3.

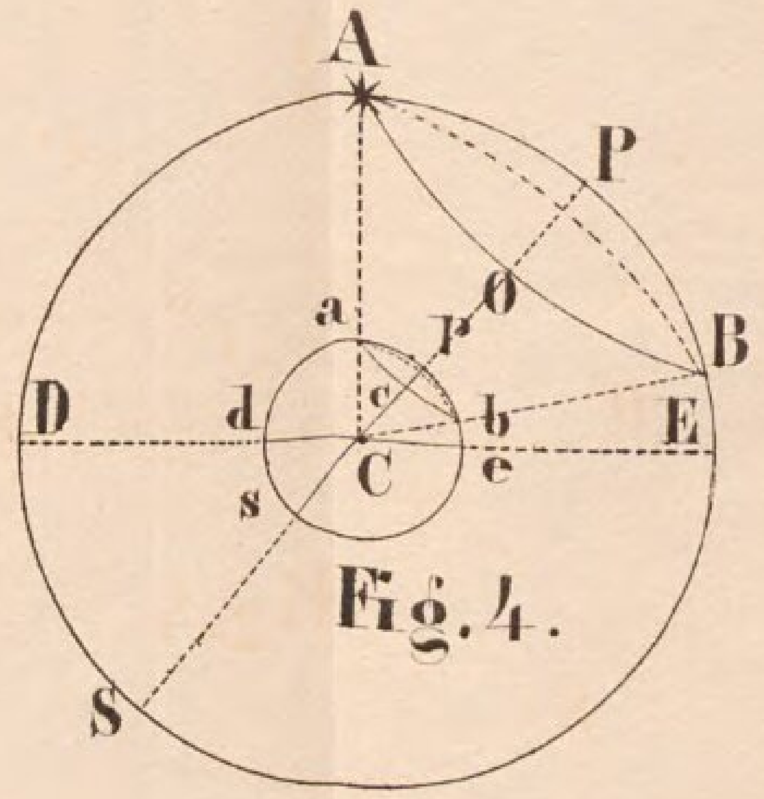


Fig. 4.

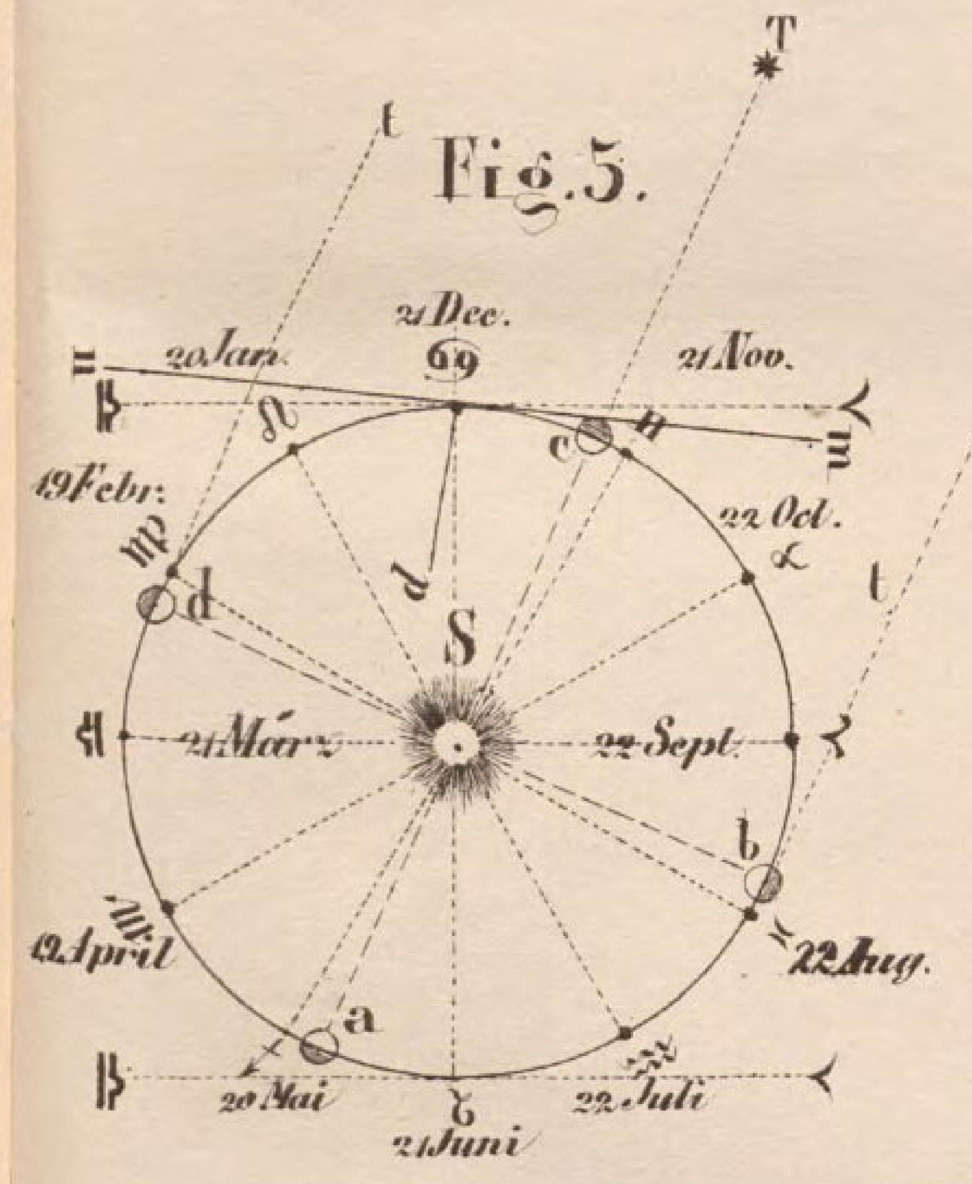


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

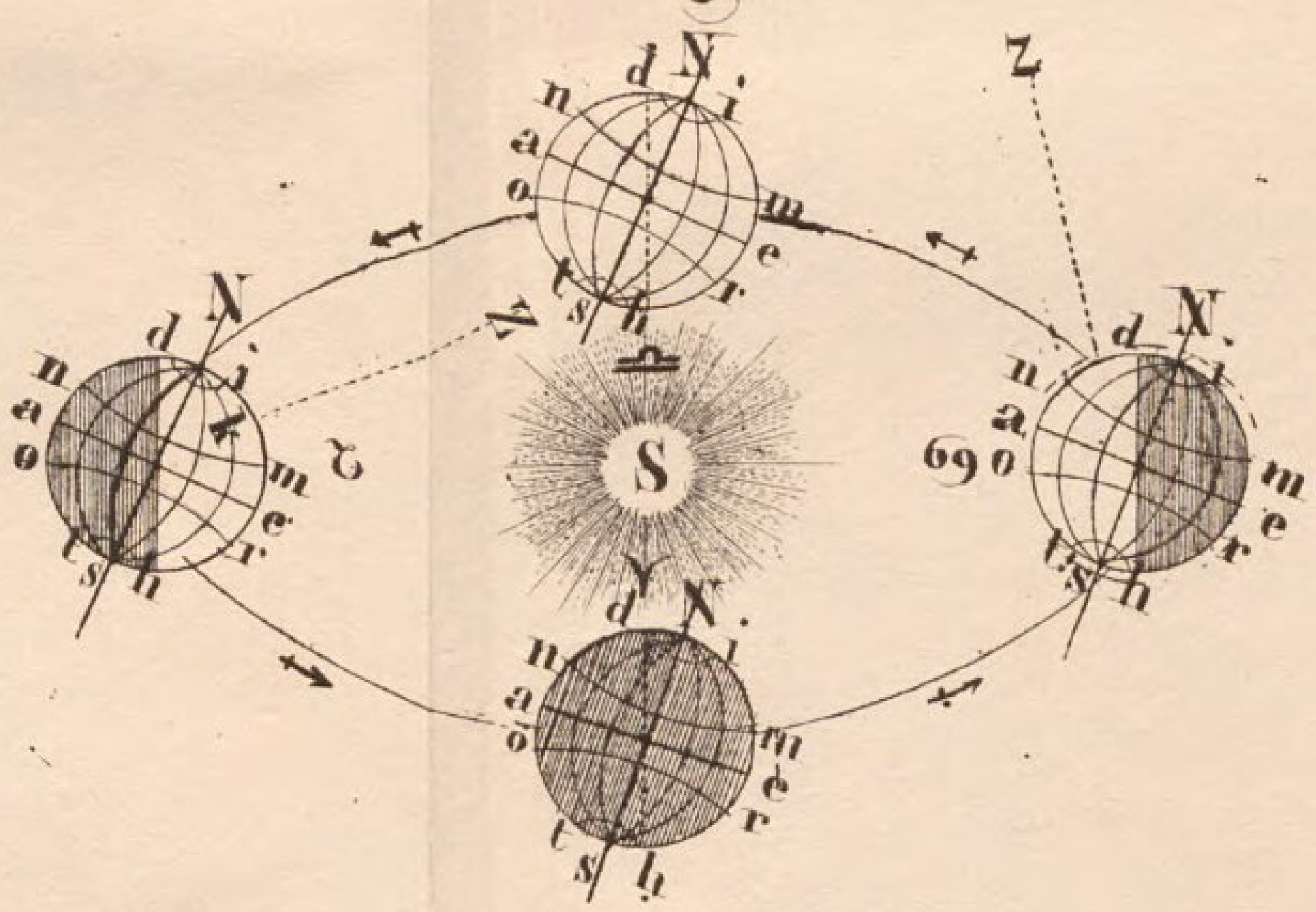
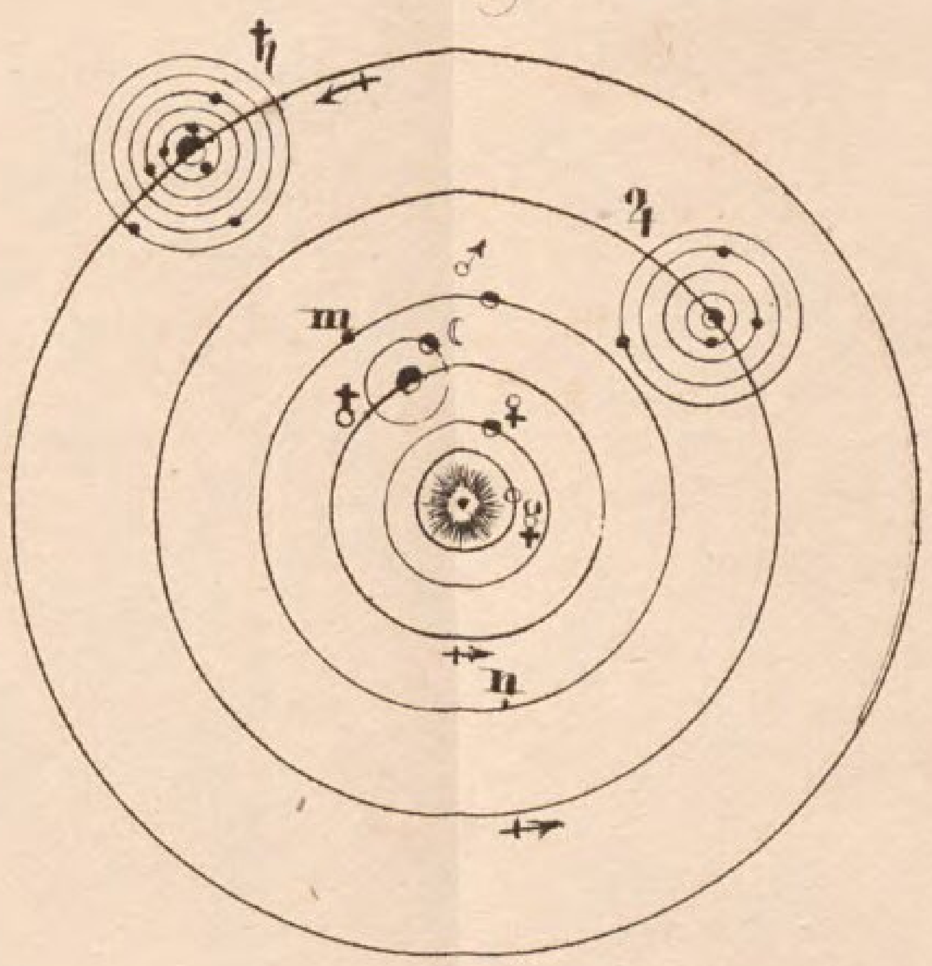


Fig. 8.



Taf. XXIV.

Fig. 1.

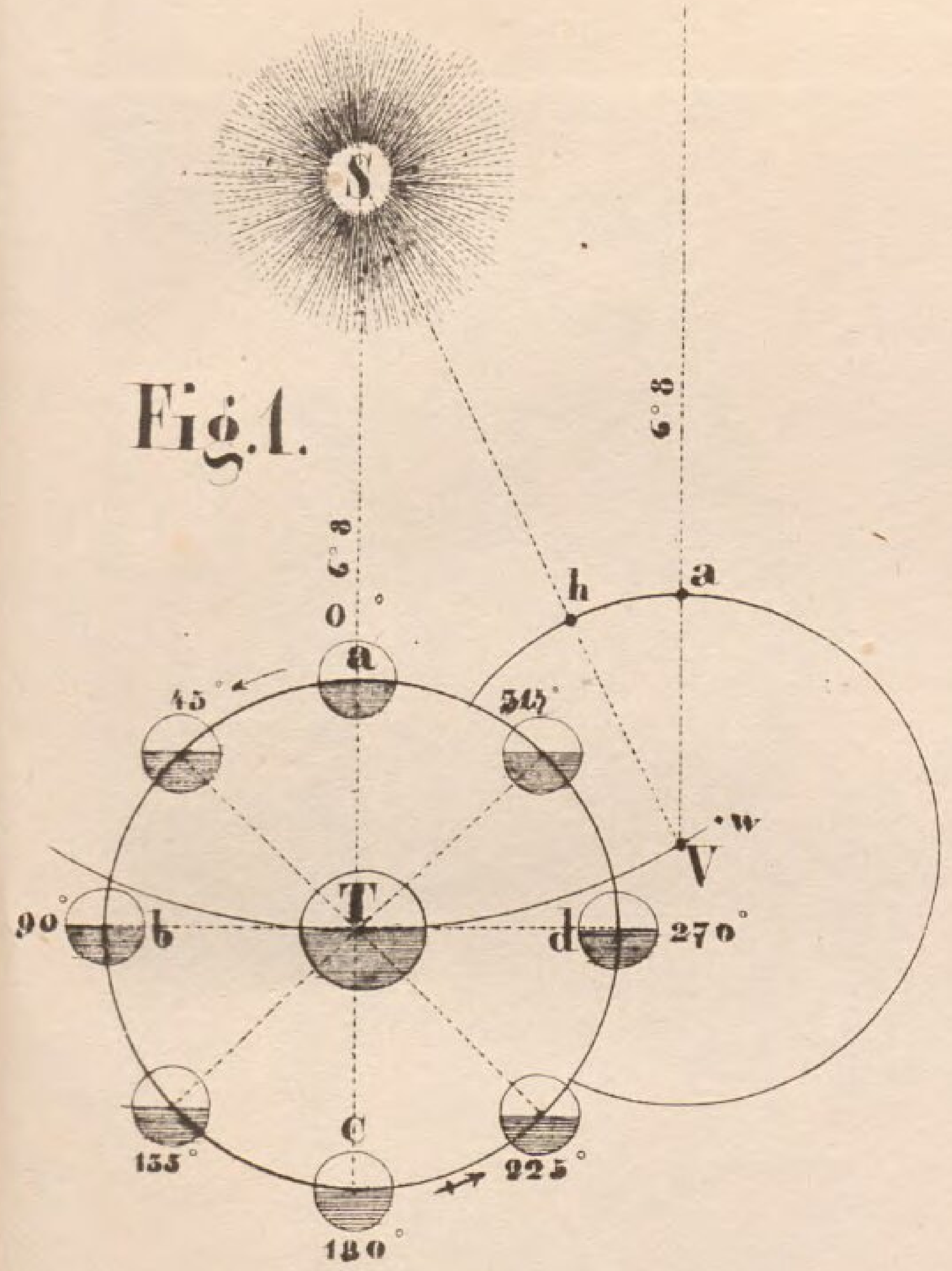


Fig. 2.

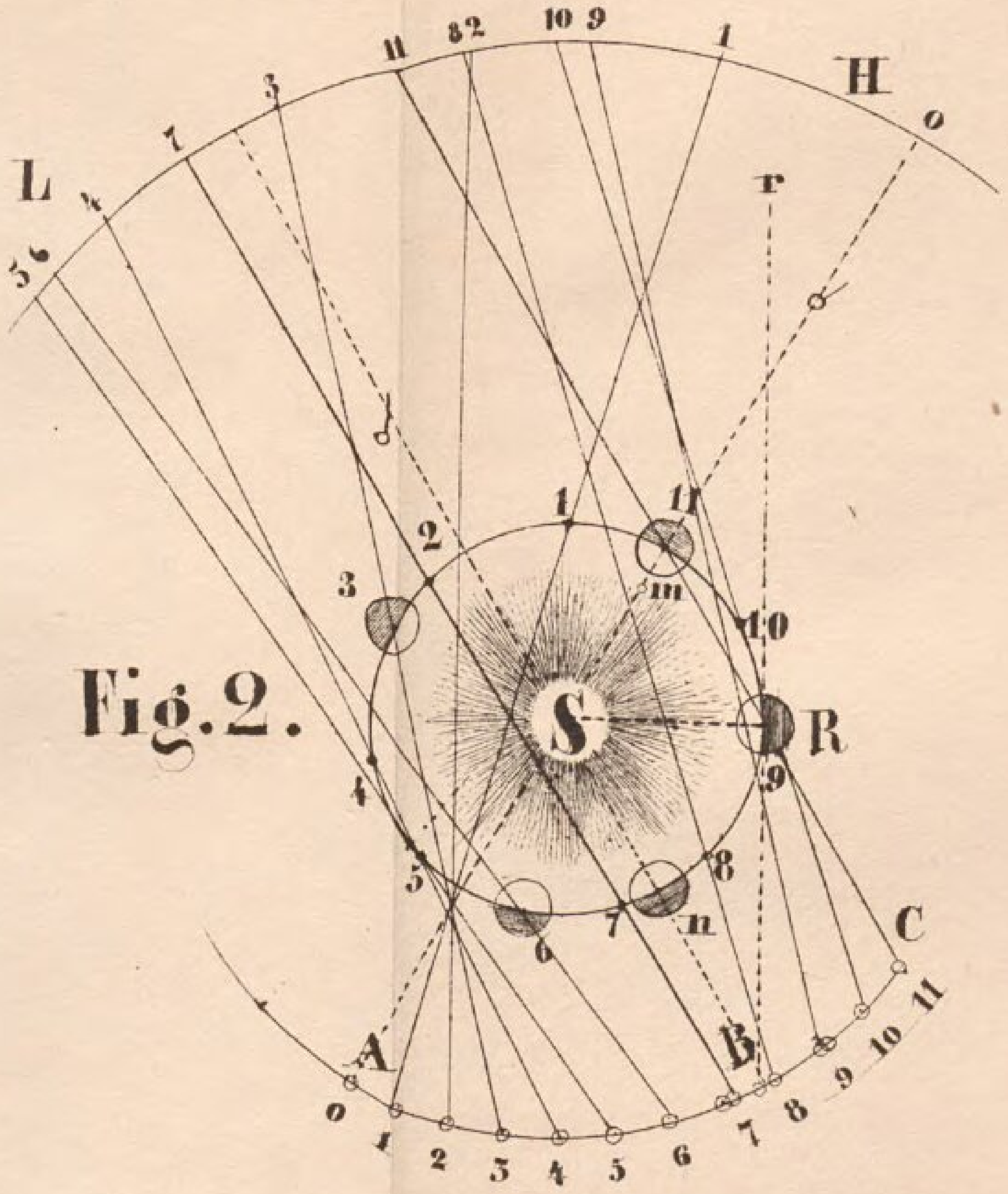


Fig. 3

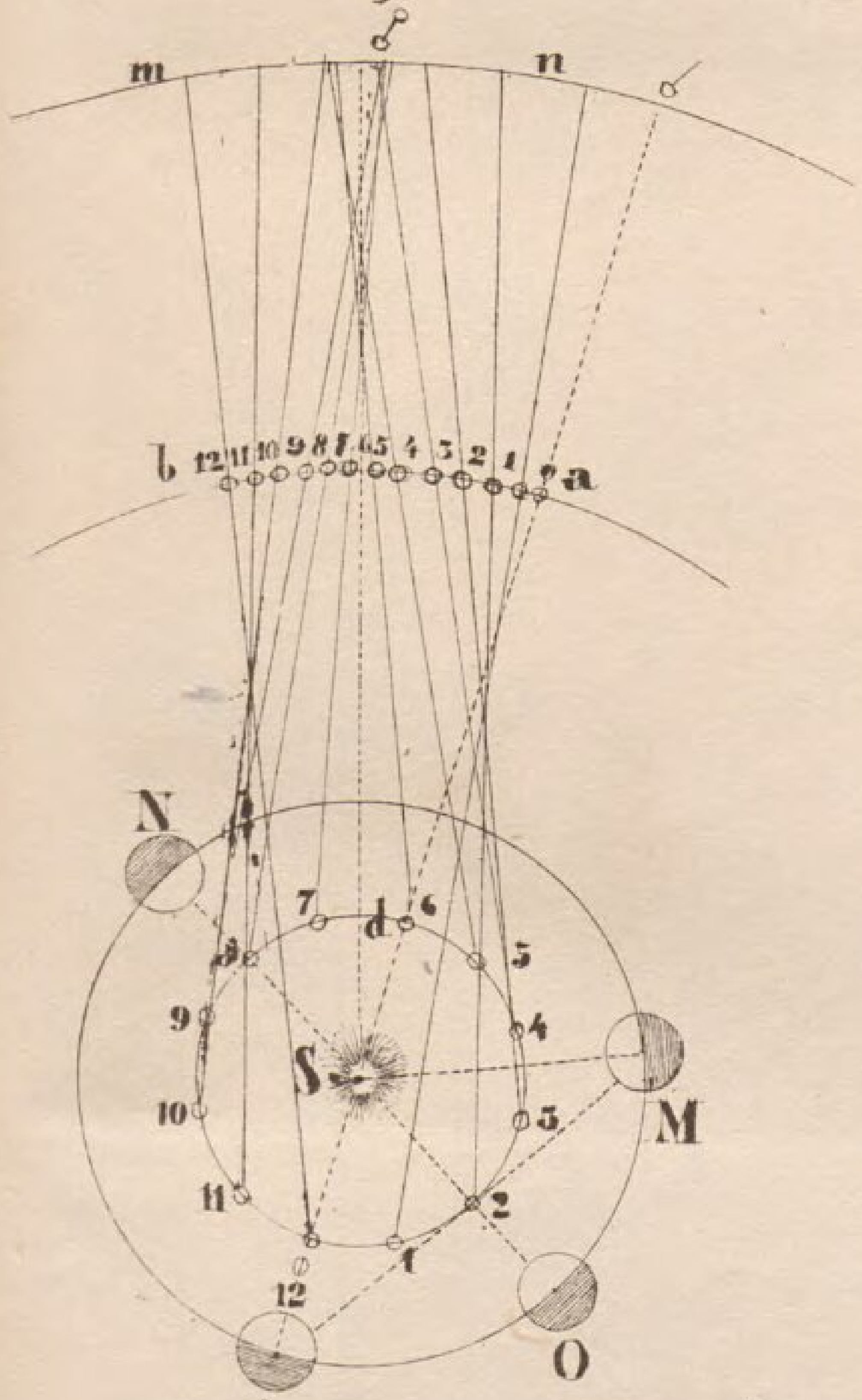
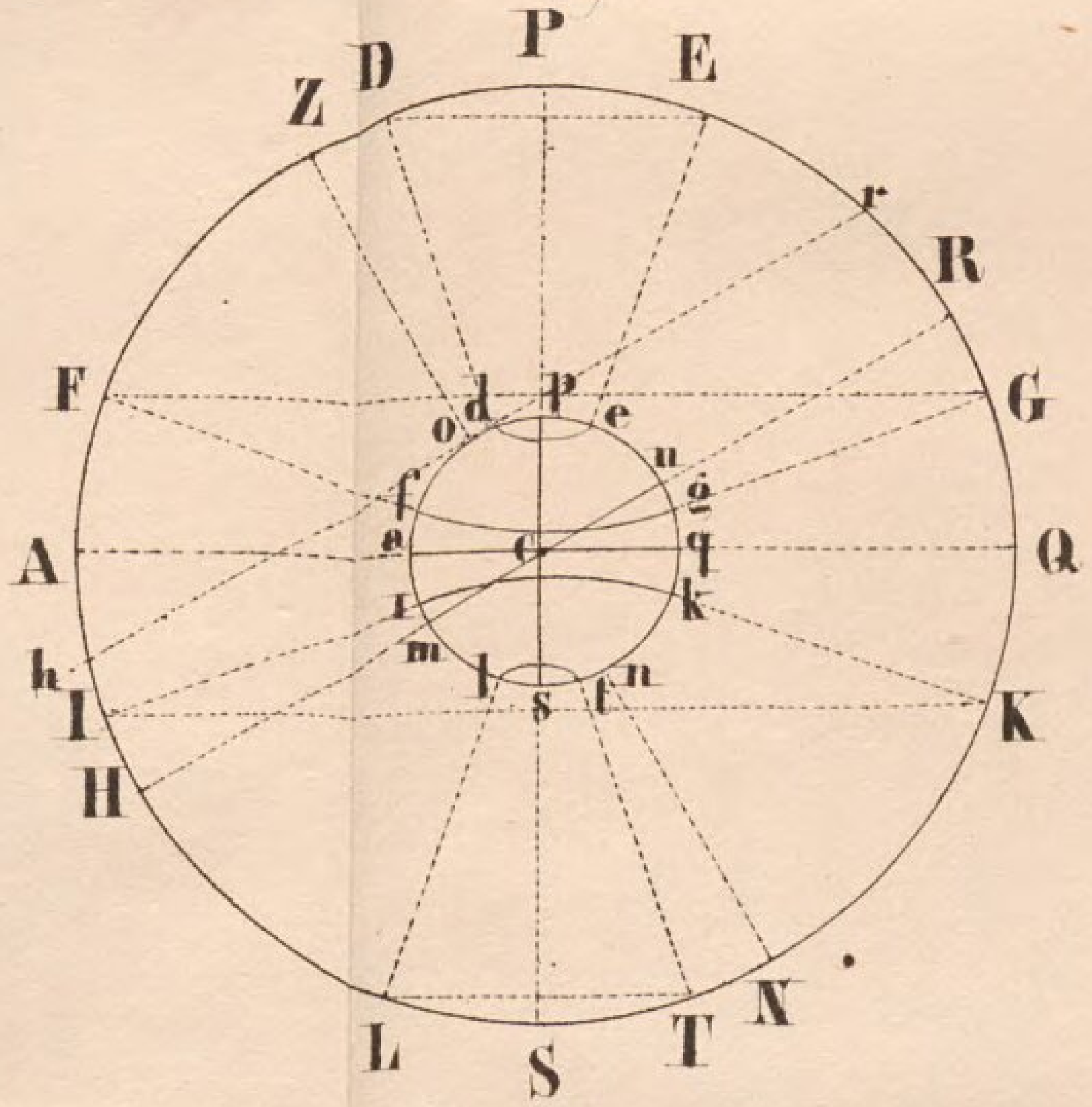
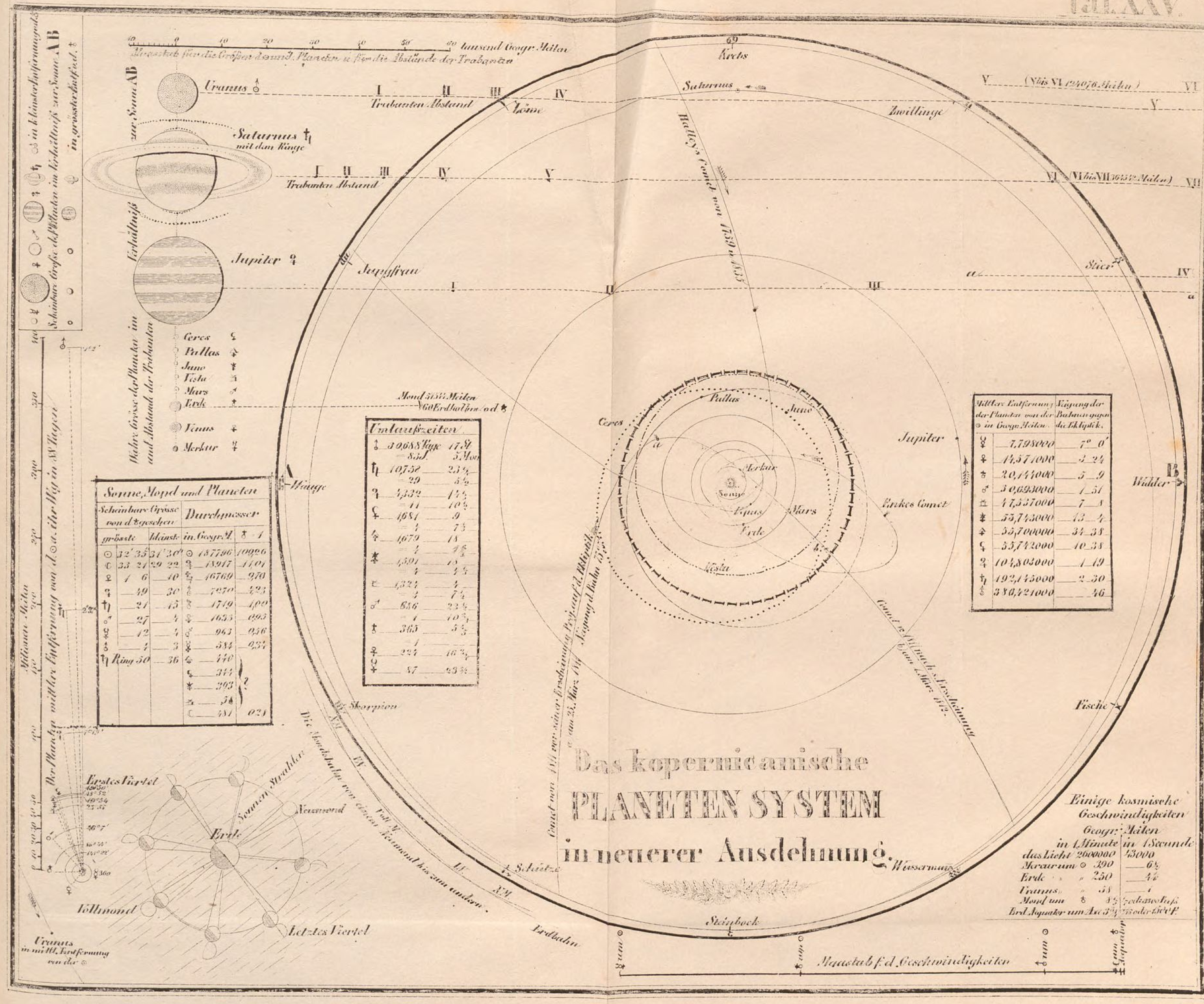


Fig. 4.




Das kopernicanische
PLANETEN SYSTEM
in neuerer Ausdehnung.
Maasstab für die Grössen d. Sonne u. Planeten u. für die Abstände der Trabanten
tausend Geogr. Meilen
Uranus
Trabanten Abstand
Saturnus mit dem Ringe
Trabanten Abstand
Jupiter
Verhältniß zur Sonne AB
Wahre Grösse der Planeten im und Abstand der Trabanten
Ceres
Pallas
Juno
Vesta
Mars
Erde
Venus
Merkur
Scheinbare Grösse d. Planeten im Verhältniß zur Sonne AB in grösster Entfernung
Mond 51544 Meilen
60 Erdhalbm. od.
Krebs
Löwe
Zwillinge
Jungfrau
Stier
Waage
Widder
Skorpion
Fische
Schütze
Wassermann
Steinbock
Erdbahn
Sonne
Merkur
Venus
Erde
Mars
Vesta
Juno
Pallas
Ceres
Jupiter
Saturnus
Enkes Comet
Halley's Comet von 1759 u. 1835
Erstes Viertel
Neumond
Erde
Vollmond
Letztes Viertel
Sonnen Strahlen
Uranus in mittl. Entfernung von der Sonne
Millionen Meilen
Maasstab f. d. Geschwindigkeiten
Sonne, Mond und Planeten
Scheinbare Grösse von d. Erde gesehen | größte | kleinste
Durchmesser | in Geogr. M. | Erde = 1
☉ 32′ 35″ | 31′ 30″ | ☉ 187796 | 109,26
☾ 33 21 | 29 22 | ♃ 18917 | 11,01
♀ 1 6 | 10 | ♄ 16769 | 9,70
♃ 49 | 30 | ⛢ 7270 | 4,23
♄ 21 | 15 | ♁ 1719 | 1,00
♂ 27 | 4 | ♀ 1633 | 0,95
☿ 12 | 4 | ♂ 963 | 0,56
⛢ 4 | 3 | ☿ 584 | 0,34
♄ Ring 50 | 36 | ⚴ 440 | ?
⚳ 344
⚵ 393
⚶ 54
☾ 481 | 0,21
Umlaufszeiten
⛢ 30,688 Tage = 84 J. | 17 St. 5 Mon.
♄ 10758 = 29 | 23 ½ 5 ½
♃ 4332 = 11 | 14 ½ 10 ½
⚳ 1681 = 4 | 9 7 ½
⚴ 1679 = 4 | 18 4 ½
⚵ 1591 = 4 | 18 4 ½
⚶ 1324 = 3 | 4 7 ½
♂ 686 = 1 | 23 ½ 10 ½
♁ 365 = 1 | 5 ½
♀ 224 | 16 ½
☿ 87 | 23 ½
Mittlere Entfernung der Planeten von der ☉ in Geogr. Meilen | Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik
☿ 7,798000 | 7° 0′
♀ 14,571000 | 3 24
♁ 20,144000 | 5 9
♂ 30,693000 | 1 51
⚶ 47,537000 | 7 8
⚵ 55,743000 | 13 4
⚴ 55,700000 | 34 38
⚳ 55,742000 | 10 38
♃ 104,803000 | 1 19
♄ 192,145000 | 2 30
⛢ 380,421000 | 46
Einige kosmische Geschwindigkeiten
Geogr. Meilen in 1 Minute | in 1 Secunde
das Licht 2600000 | 43000
Mercur um ☉ 390 | 6 ½
Erde „ „ 250 | 4 ½
Uranus „ „ 58 | 1
Mond um ♁ 8 ½ | 3060 Fuß
Erd Aequator um Axe 3 ½ | 1500 F.

Taf: XXVI

Fig. 1.

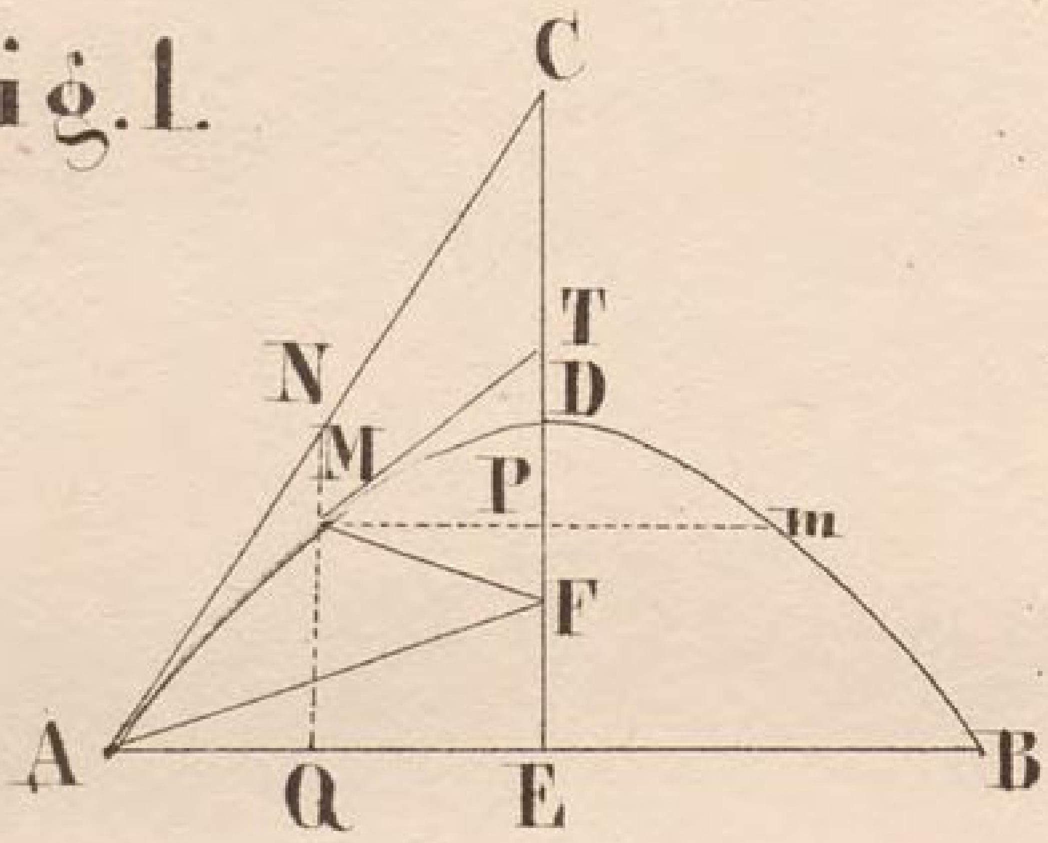
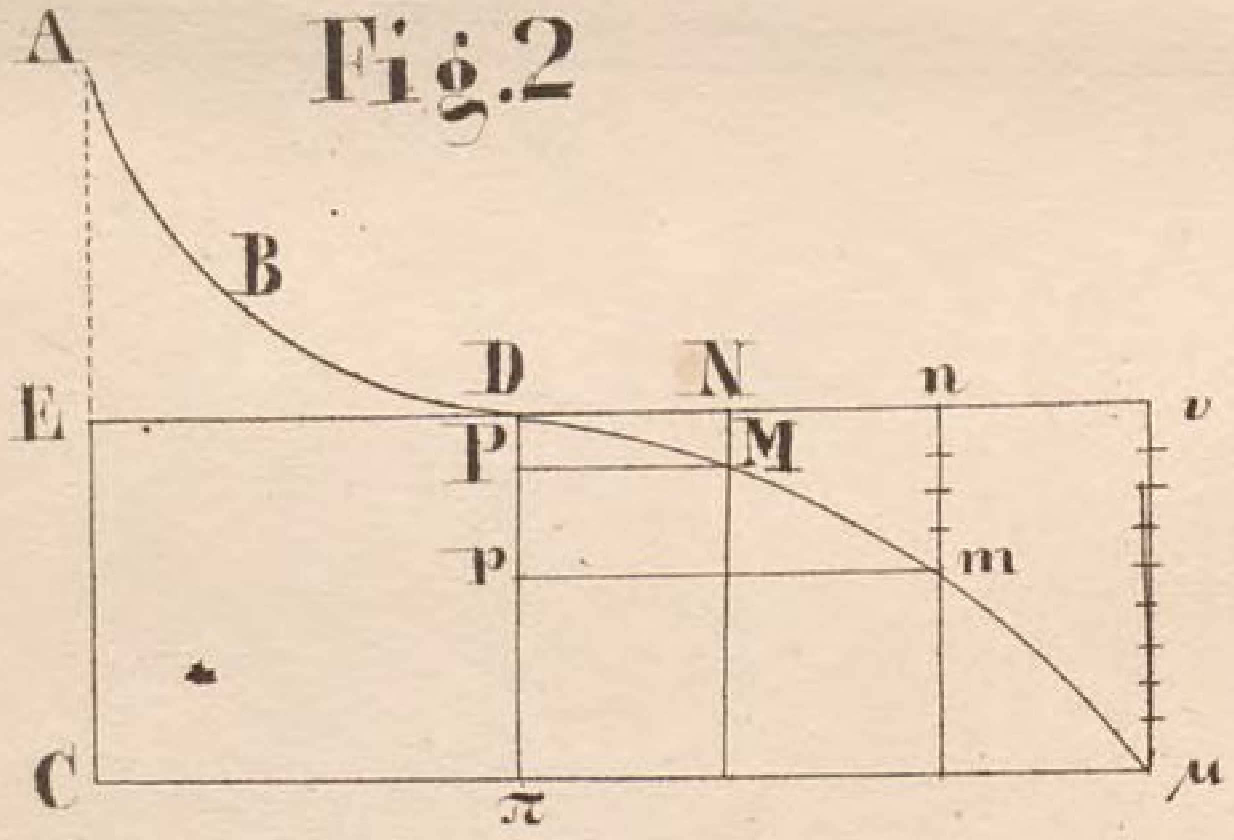


Fig. 2



Taf. XXVII

Fig. 1

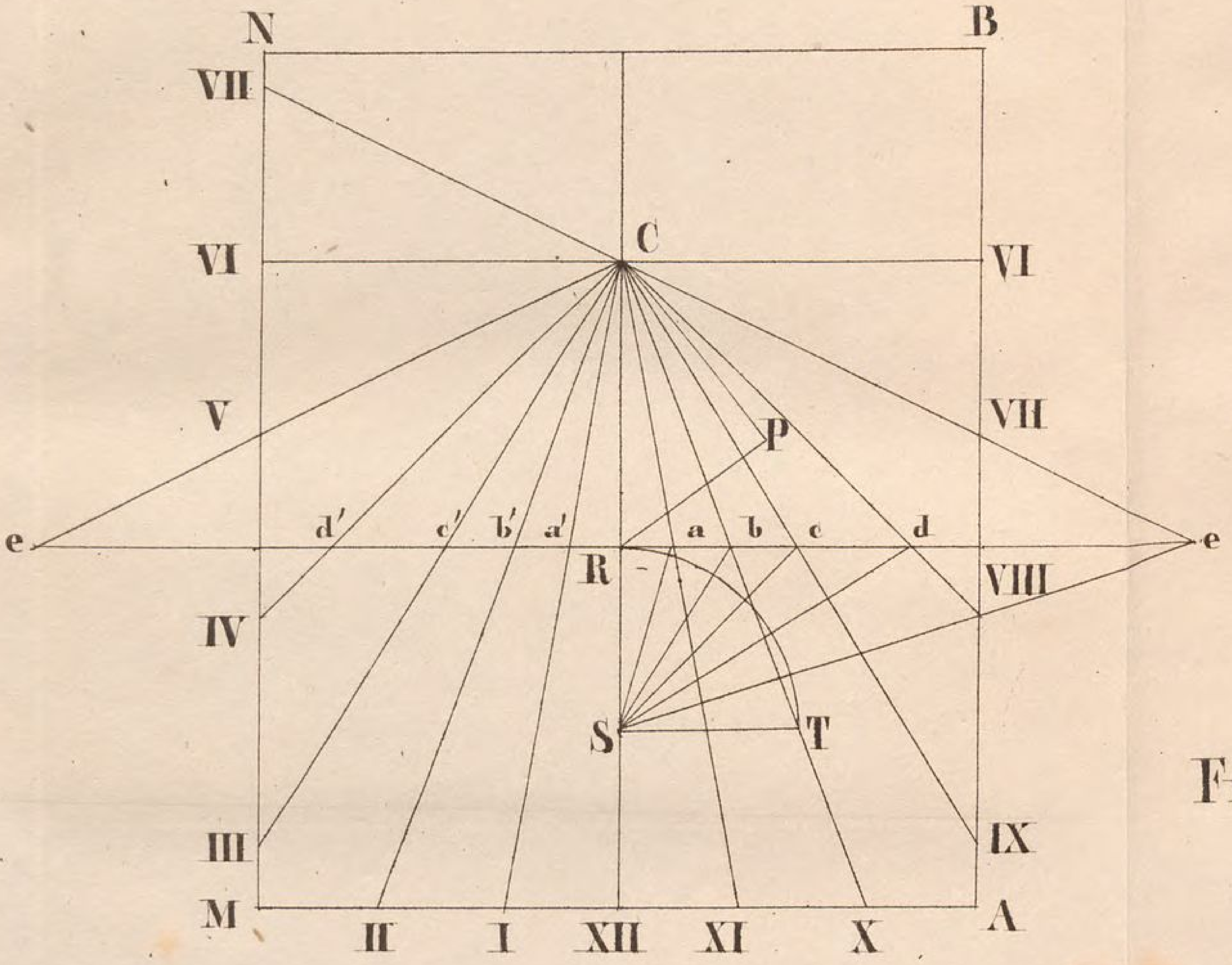


Fig. 2

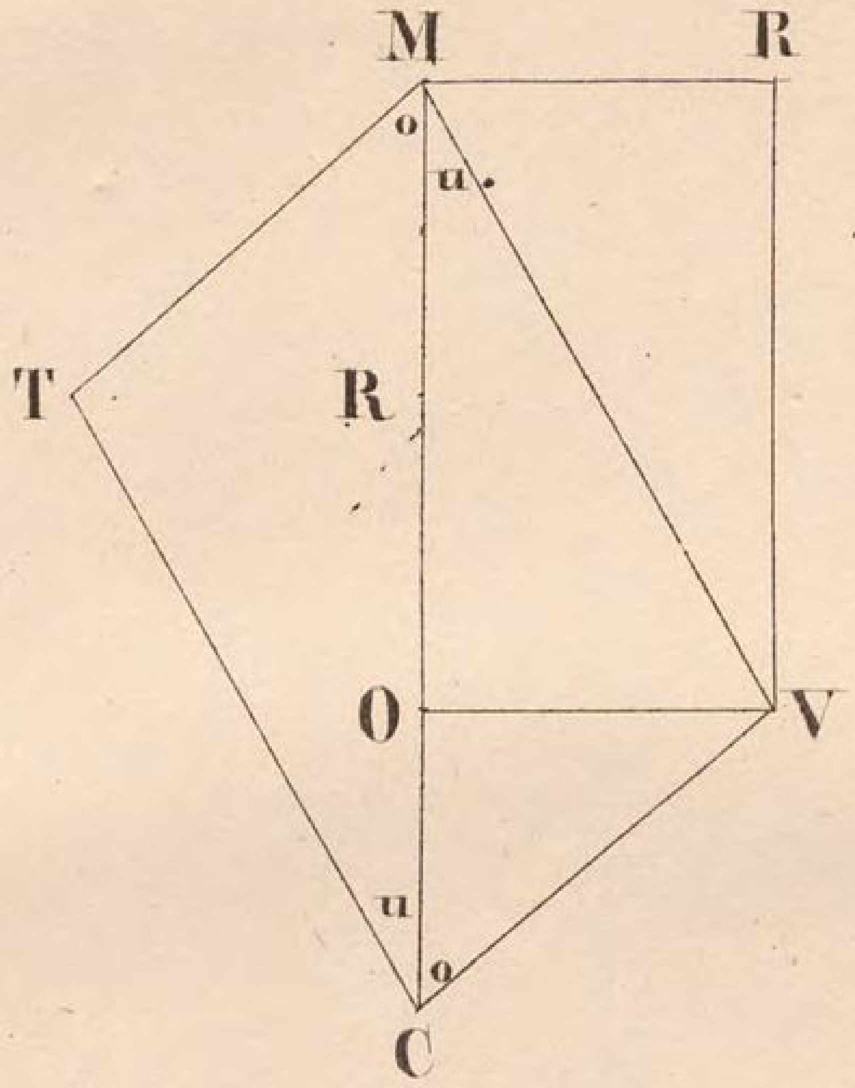


Fig. 3

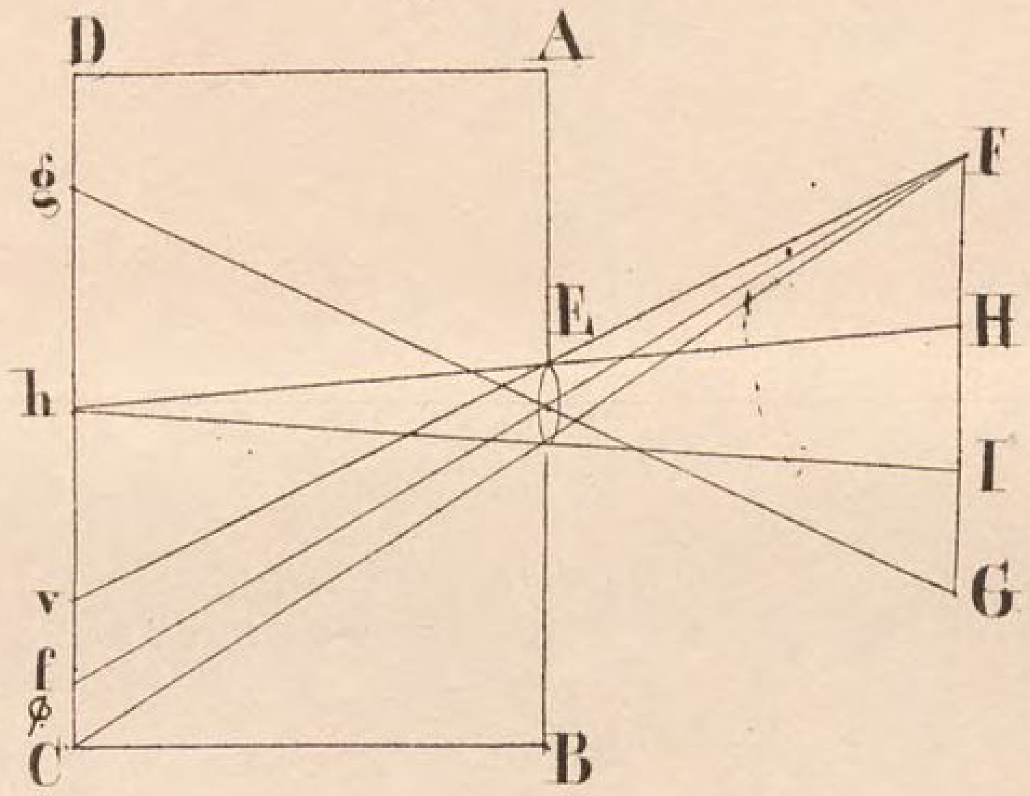


Fig. 4

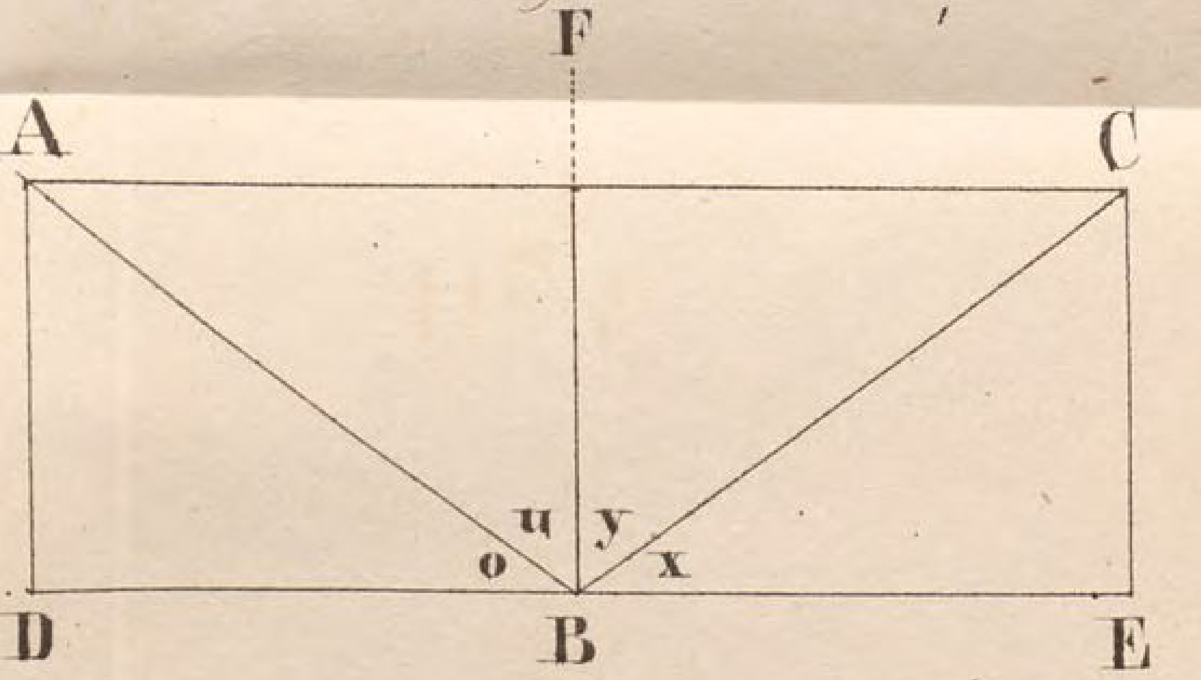


Fig. 5

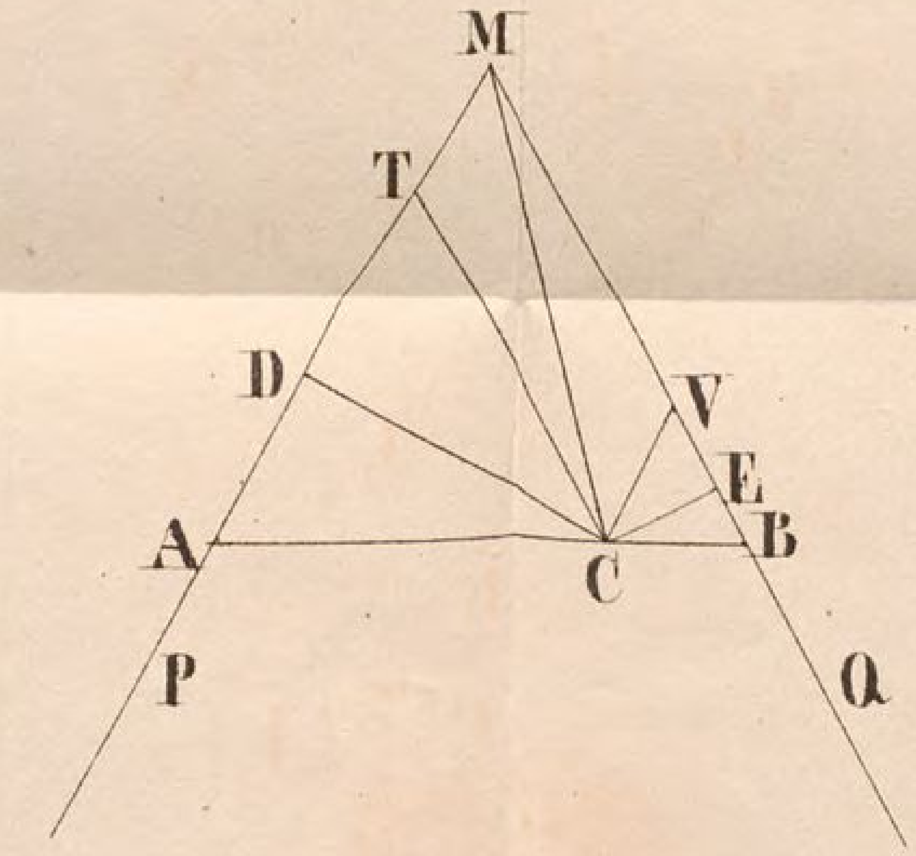
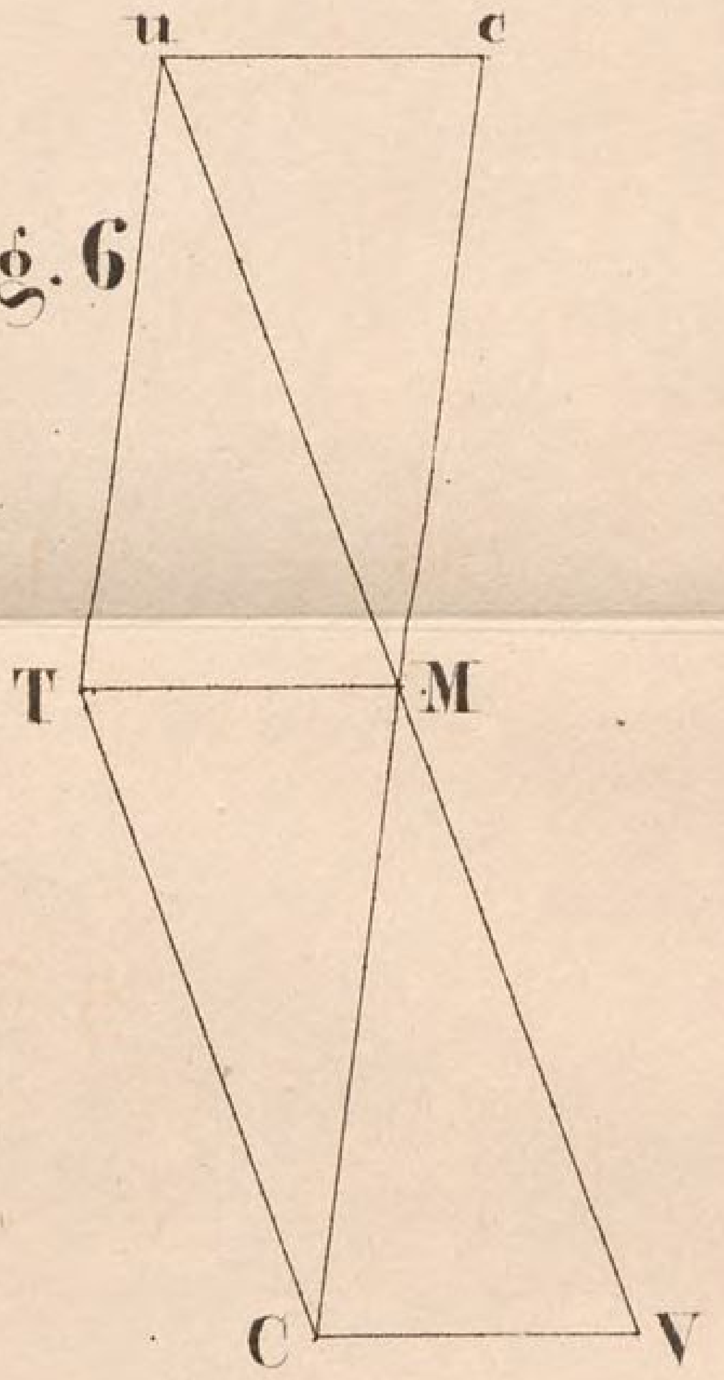
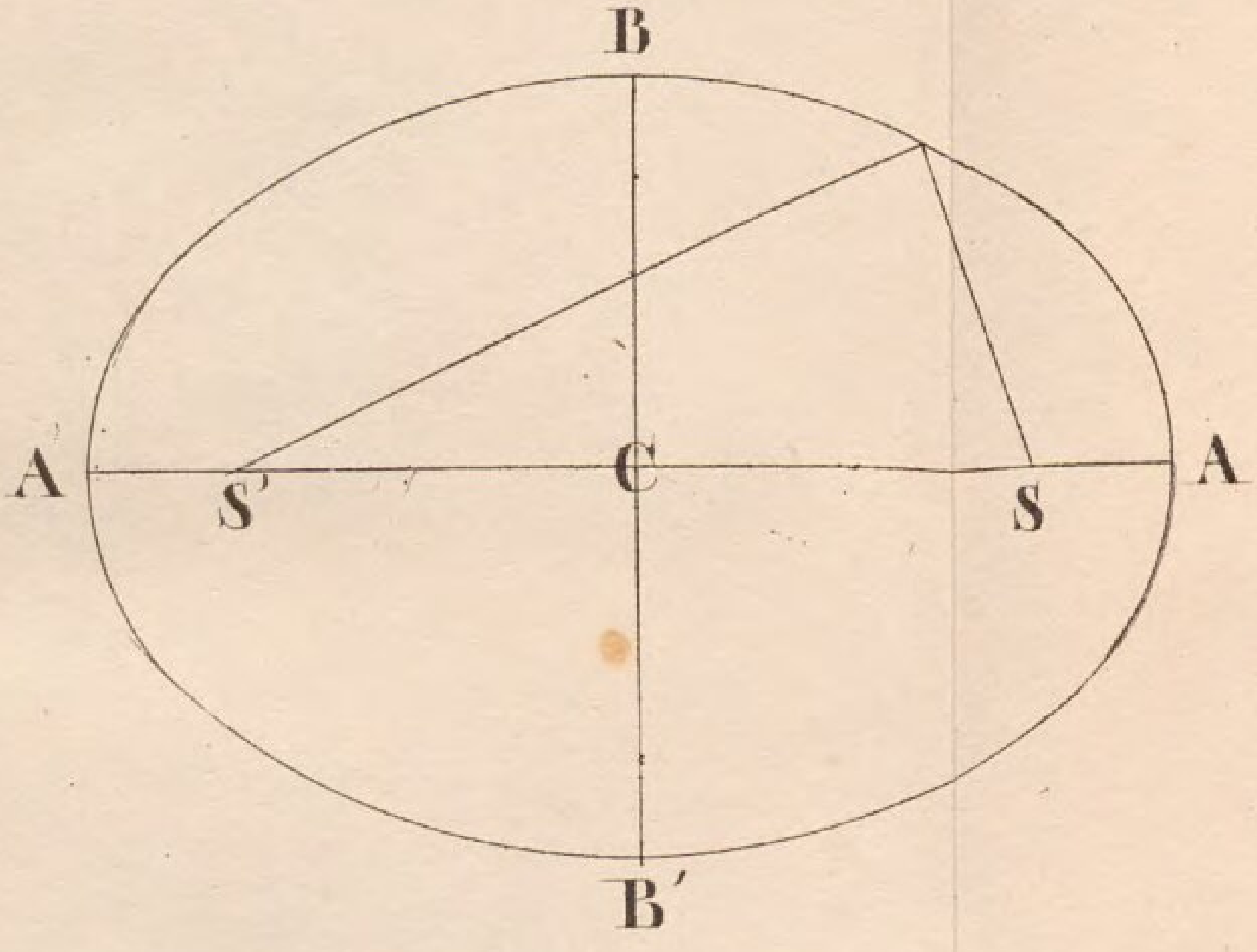


Fig. 6



Taf: XXVIII

Fig. 1



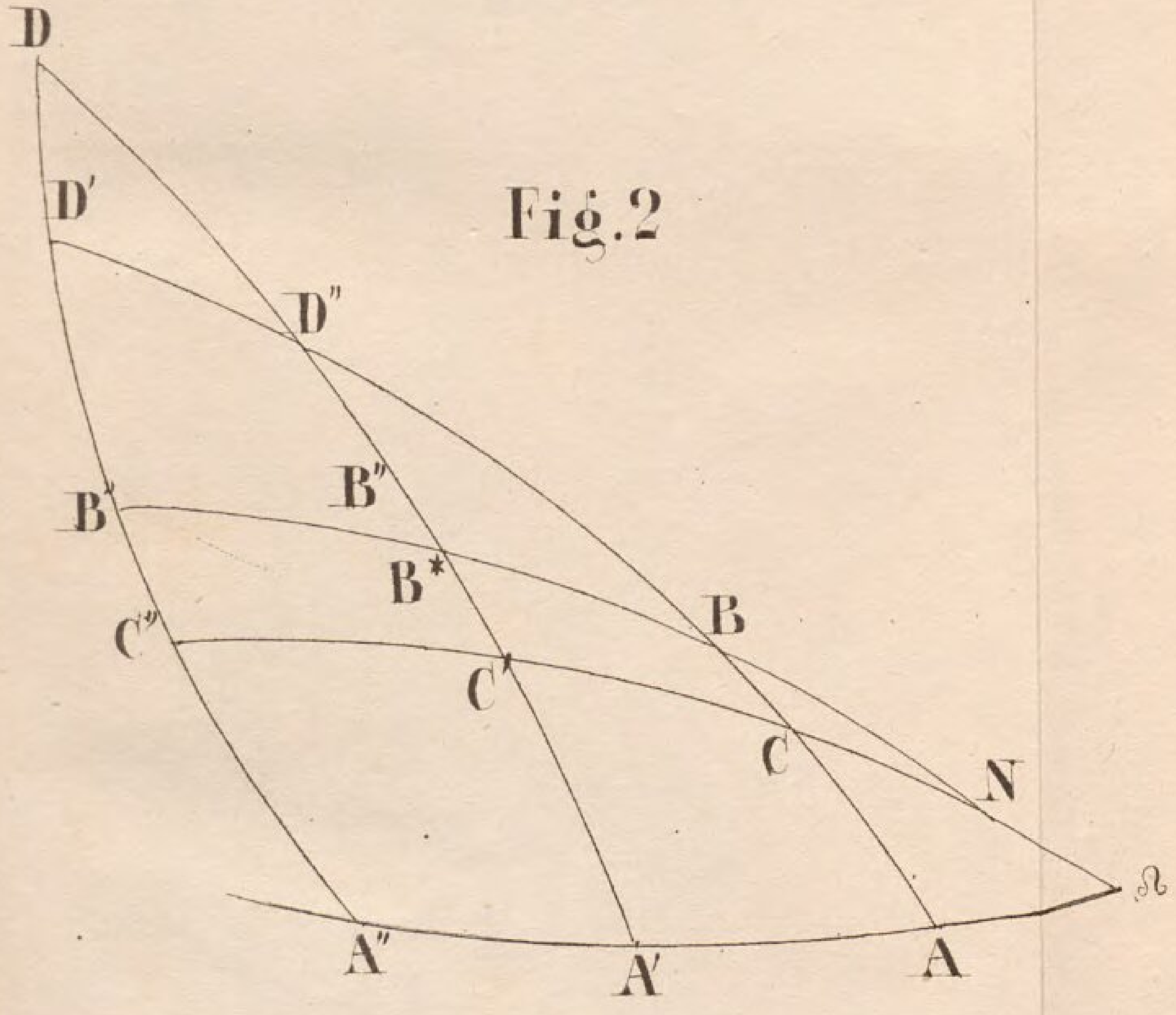


Fig. 2

Zettle

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Nürnberger, Joseph Emil,

Populäres astronomisches Hand-Wörterbuch, oder Versuch einer alphabetisch geordneten Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Astronomie sammt Nachrichten von der Geschichte der astronomischen Entdeckungen und Erfindungen, biographsichen und literarischen Notizen und einer kurzen Andeutung der Methoden und Werkzeuge ; mit Ausschluß aller
Bd.: 2

Kempten 1848

Astr.u. 128 n-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10061072-1